



Anthony Peter Moreira Comunidade de Artrópodes associada a bolbos de
Saccorhiza polyschides

Saccorhizza polyschides holdfast associated
arthropod community



Universidade de Aveiro Departamento de Biologia
Ano 2012

**Anthony Peter Moreira Comunidade de Artrópodes associada a bolbos de
*Saccorhiza polyschides***

***Saccorhizza polyschides* holdfast associated
arthropod community**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Biologia Aplicada, realizada sob a orientação científica do Doutor Victor Quintino, Professor Auxiliar do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro

Dedico este trabalho aos meus pais, António Moreira e Gillian Moreira.
Aos meus irmãos Andrea, Edward e Matthew.
Aos meus grandes amigos Bruno Paralta e Gabriel Simões. E a uma
pessoa muito especial, Bianca Kim.

o júri

presidente

Prof. Doutor João António de Almeida Seródio
professor auxiliar do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro

Doutora Joana Mateus Patrício
investigadora auxiliar do Departamento de Ciências da Vida da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

Prof. Doutor Victor Manuel dos Santos Quintino
professor associado da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

agradecimentos

Ao Prof. Dr. Victor Quintino, pela orientação e apoio prestados ao longo do desenvolvimento deste estudo.

À Dr.^a Ana Maria Rodrigues, pelo apoio e motivação prestadas ao longo do trabalho.

À colega Luísa Magalhães pelo auxílio na triagem e identificação de espécies.

Ao colega Leandro Sampaio, pela confirmação das espécies.

Ao colega e amigo Roberto Martins, pelo auxílio no tratamento gráfico e pesquisa bibliográfica.

À colega Dina Antunes, pelo auxílio na recolha das amostras.

À restante equipa do Laboratório de Ecologia e Biodiversidade, Renato Mamede, Fernando Ricardo, Marta Lopes, Adília Pires, Élio Ribeiro e Hélder Rocha, por todo o apoio e disponibilidade demonstrada.

Uma palavra de agradecimento também a todos os meus familiares e amigos que me apoiaram durante o desenvolvimento deste trabalho, particularmente aos meus Pais, ao meu primo Carlos Rico e aos meus amigos Bruno Paralta e Gabriel Simões. Deixo também um agradecimento especial à Bianca Kim, a força motivadora e inspiradora durante a fase final deste trabalho.

palavras-chave

laminária, ciclo de crescimento anual, habitantes de rizoides, sucessão de comunidades

resumo

A alga *Saccorhiza polyschides* (Phaeophyceae) fixa-se ao substrato através da formação de uma estrutura bolbosa oca de grandes dimensões. O bolbo é conhecido por albergar uma grande diversidade de organismos marinhos. O principal objetivo deste estudo consistiu em caracterizar a estrutura da comunidade de Artrópodes que coloniza o bolbo de *S. polyschides* ao longo do ciclo de crescimento anual da alga.

O estudo decorreu em Viana do Castelo, Noroeste de Portugal (41°42'N, 8°51'W), entre Abril e Outubro de 2011, acompanhando todo o ciclo de crescimento anual da macroalga. A estrutura da comunidade foi analisada com base nos dados de abundância dos artrópodes por bolbo.

Um total de 108 taxa foram identificados, com abundância a atingir cerca de 2500 indivíduos por bolbo e por data. A riqueza específica aumentou ao longo do tempo, acompanhando o crescimento do bolbo, e continuou a aumentar mesmo após a estabilização da dimensão dos bolbos. A similitude de Bray-Curtis entre bolbos colhidos na mesma data também aumentou com o aumento do tamanho dos bolbos; continuando a aumentar após o término do desenvolvimento do bolbo.

Este estudo mostrou que *S. polyschides* alberga uma comunidade diversa de Artrópodes, que prospera durante o estabelecimento anual da macroalga. Observou-se nomeadamente a presença de um elevado número de fêmeas ovígeras e juvenis de anfípodes em associação com os bolbos, indicando que esta estrutura representa um importante micro-habitat para artrópodes, que as utilizam como maternidades.

As alterações sazonais encontradas na estrutura da comunidade proporciona uma informação importante para estudos futuros, já que a maioria de estudos sobre comunidades de macrofauna são frequentemente constrictos a um momento de amostragem.

keywords

Laminaria, annual growth cycle, holdfast inhabitants, community succession

abstract

Saccorhiza polyschides (Phaeophyceae) attaches to rocky substrates by means of the formation of a large bulbous-like hollow structure, that is known to serve as shelter for many marine species. The main objective of this study was to characterize the structure and succession of the Arthropod community that is associated with *S. polyschides* bulb.

Sampling took place in Viana do Castelo, NW Portugal (41°42'N, 8°51'W) from mid April to mid October 2011, covering the full seasonal growth cycle of the algae. The community structure was analyzed based on the abundance of arthropods associated to each individual bulb.

A total of 108 taxa were identified. Overall, species richness increased over time accompanying the bulbs growth, and continued to increase after the cessation of growth. Bray-Curtis similarity between bulbs collected at the same sampling occasion also increased with growth, and continued to increase after the cessation of bulbs development. This fact brings new insights on the dynamics of the communities that colonize this type of structure.

This study shows that *S. polyschides* provides shelter to a diverse Arthropod community that thrives during the seasonal establishment of the macroalgae. Female amphipods carrying eggs were observed as well as a large number of juveniles in association with *S. polyschides* bulb, indicating that these structures act as nurseries for several arthropod species..

The succession study also provides useful information for future studies, since most of macrofaunal assessment studies are usually restricted to few or single sampling occasions.

Índice

1	Introdução.....	1
1.1	Zonas costeiras de substrato rochoso.....	3
1.2	Florestas de laminárias.....	5
1.3	<i>Saccorhiza polyschides</i> (Lightfoot) Batters, 1902.....	7
2	Material e métodos.....	11
2.2	Área de estudo.....	13
2.3	Amostragem.....	14
2.4	Procedimento laboratorial.....	15
2.5	Análise de dados.....	16
3	Resultados.....	17
3.1	Estabelecimento anual de <i>Saccorhiza polyschides</i>	19
3.2	Composição da comunidade de Artrópodes.....	21
3.3	Abundância e diversidade.....	23
3.4	Colonização dos bolbos de <i>S. polyschides</i>	24
3.5	Sucessão temporal faunística.....	26
3.6	Evolução da estrutura da comunidade.....	31
4	Discussão.....	35
5	Conclusões.....	43
6	Referências.....	47

Índice de imagens

Figura 1 – Esquema de zonação do intertidal rochoso com terminologia de Stephensen & Stephensen (1949) (adaptado de Lewis, 1964).....	3
Figura 2 – Esquema representativo do intertidal com indicação das franjas supralitoral e infralitoral. NHW – altura normal de maré alta; NLW – altura normal de maré baixa; EHWS – altura de maré máxima em marés vivas; ELWS – altura mínima de marés vivas (adaptado de Borja <i>et al.</i> , 2004).....	4
Figura 3 – Floresta de <i>Saccorhiza polyschides</i> (www.seaweed.ie , 07.06.12).....	5
Figura 4 – Ilustração de um esporófito de <i>Saccorhiza polyschides</i> (adaptado de Anderson, 2011).....	7
Figura 5 – A: Localização da área de estudo na Península Ibérica; B: Fotografia satélite do local de amostragem.....	13
Figura 6 – Evolução do comprimento do estipe e da fronde de <i>Saccorhiza polyschides</i> por data de amostragem. O valor médio é acompanhado pelo desvio-padrão (n=10).....	19
Figura 7 – Evolução do diâmetro e volume dos bolbos de <i>Saccorhiza polyschides</i> , ao longo do ciclo de estabelecimento da macroalga. Valor médio é acompanhado do desvio-padrão (n=10).....	20
Figura 8 – Sucessão da frequência relativa de taxa por bolbo (apenas os grupos com mais de 1% de frequência relativa estão legendados nos diagramas).....	22
Figura 9 – Evolução da riqueza específica e da abundância de Artrópodes associados a <i>Saccorhiza polyschides</i> . Valor médio com o respetivo desvio-padrão (n=10; exceto 18 de Maio onde n=5).....	23
Figura 10 – Evolução temporal da similitude de Bray-Curtis da comunidade e do diâmetro do bolbo de <i>Saccorhiza polyschides</i> . Valores médios com respetivo desvio-padrão (n=10; exceto 18 de Maio onde n=5 para a similitude de Bray-Curtis).....	31

Figura 11 – Contribuição percentual dos diversos taxa para a similitude da comunidade, por data de amostragem (taxa com contribuições que ascendem até uma fasquia acumulada de 50 %).....32

Figura 12 – Diagrama NMDS da matriz de similitude de Bray-Curtis, com ênfase nos meses de estudo.....32

Figura 13 – Diagrama NMDS dos centroides da comunidade de cada data de amostragem e linha da trajetória da evolução da comunidade.....33

Índice de tabelas

Tabela I – Quantidade de taxa por grandes grupos de Artrópodes.....	21
Tabela II – Número de taxa (S); abundância de indivíduos (N); e Índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') (valores médios por amostra, n=10).....	24
Tabela III – Taxa que permaneceram na comunidade desde o momento em que foram pela primeira vez observados, até ao fim do ciclo de estabelecimento anual de <i>Saccorhiza polyschides</i>	25
Tabela IV – Sucessão temporal faunística com base em dados de abundância médios por data de amostragem. Dados organizados com ênfase às espécies exclusivas por data (sombreado escuro) e por máximos de abundância (sombreado claro), organizados por ordem decrescente.....	26
Tabela V – Lista dos taxa que contribuíram para pelo menos 1% da abundância média em cada data de amostragem, com ênfase aos taxa mais abundantes por data (sombreado escuro – 1º, 2º, 3º, 4º, 5º e 6º taxa mais abundantes; sombreado claro – 7º, 8º, 9º e 10º taxa mais abundantes; vermelho – data onde cada taxa foi mais abundante). Dados ordenados por ordem decrescente do total de abundância média por taxa.....	29
Tabela VI – Resultados do <i>main test</i> PERMANOVA, com base nos valores de volume dos bolbos entre as datas 29 de Julho e 30 de Setembro (gl-graus de liberdade; SQ-soma dos quadrados; V-variância; <i>p</i> - probabilidade associada).....	34
Tabela VII – Resultados do <i>main test</i> PERMANOVA, com base nos valores diâmetro dos bolbos entre as datas 29 de Julho e 30 de Setembro (gl-graus de liberdade; SQ-soma dos quadrados; V-variância; <i>p</i> - probabilidade associada).....	34
Tabela VIII – Resultados do <i>main test</i> PERMANOVA, com base nos valores de abundância entre as datas 29 de Julho e 30 de Setembro (gl-graus de liberdade; SQ-soma dos quadrados; V-variância; <i>p</i> -probabilidade associada).....	34

Tabela IX – Resultados do *main test* PERMANOVA, com base nos valores de abundância entre as datas 18 de Maio e 30 de Setembro (gl-graus de liberdade; SQ-soma dos quadrados; V-variância; p- probabilidade associada).....34

Tabela X – Valores de *t* estatístico e significância associada (*p*) para os testes *pair-wise*, entre datas de amostragem consecutivas, para o descritor que rejeitou a hipótese nula do *main test* (abundância).....34

Capítulo I - Introdução

1.1 Zonas costeiras de substrato rochoso

As zonas costeiras de substrato rochoso existem ao longo das margens oceânicas do planeta Terra, formando o habitat litoral mais frequente quer em zonas costeiras expostas quer abrigadas, como lagoas, fiordes e rias. Para além da sua ocorrência em substratos naturais, este habitat também uma variedade de estruturas antropogénicas, tais como plataformas *offshore*, quebra-mares, diques ou paredões (Thompson *et al.*, 2002). As zonas de substrato rochoso são caracterizadas pela existência de gradientes físico-químicos abruptos, devido à sua posição de interface entre os sistemas marinho e terrestre (Raffaelli & Hawkins, 1996).

A zona intertidal corresponde a uma faixa do litoral que se encontra sob a influência direta das marés. Inclui toda a superfície do leito marinho contida entre as linhas máxima de preia-mar e mínima de baixa-mar. As zonas intertidais de substrato rochoso apresentam um padrão definido por uma distribuição de espécies dominantes por bandas horizontais, fenómeno denominado por zonação vertical (Levinton, 2009).

Os autores Stephensen & Stephensen (1949) propuseram um esquema universal de classificação da zonação vertical para todas as costas de substrato rochoso, tendo dividido o litoral costeiro em três grandes zonas: supralitoral, médiolitoral e infralitoral (Figura 1). Lewis (1964) adotou o mesmo esquema de zonação, embora com diferente terminologia. Esta divisão simplificada tem como base os organismos mais representativos de cada zona segundo um gradiente vertical de zonação.

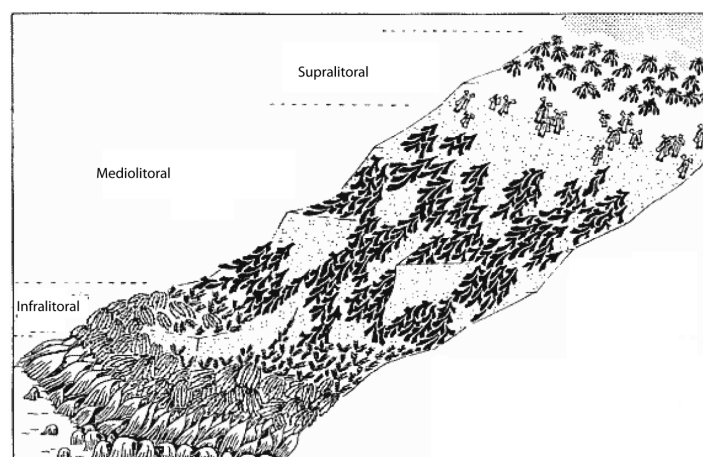


Figura 1 – Esquema de zonação do intertidal rochoso com terminologia de Stephensen & Stephensen (1949) (adaptado de Lewis, 1964).

De uma forma geral, a zona supralitoral caracteriza-se pela presença de líquenes incrustantes, cianobactérias e pequenos gastrópodes. A zona médiolitoral é dominada por organismos filtradores, particularmente cracas e mexilhão. A zona infralitoral é dominada por algas vermelhas ou laminárias (Raffaelli & Hawkins, 1996). A esta divisão simplificada de zonação, acrescentam-se os conceitos de franja supralitoral e franja infralitoral. Estes conceitos estão relacionados com a variação da amplitude das marés, que depende das diferentes fases lunares. A franja supralitoral é limitada superiormente pelo nível máximo de maré equinocial (EHWS – “Extreme High Water Spring”) e a franja infralitoral é limitada inferiormente pelo nível mínimo de maré solsticial (ELWS – “Extreme Low Water Spring”)(Figura 2).

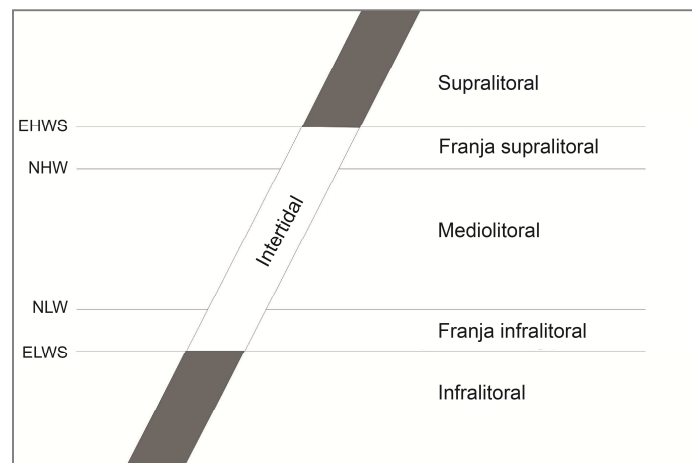


Figura 2 – Esquema representativo do intertidal com indicação das franjas supralitoral e infralitoral. NHW – altura normal de maré alta; NLW – altura normal de maré baixa; EHWS – altura de maré máxima em marés vivas; ELWS – altura mínima de marés vivas (adaptado de Borja *et al.*, 2004).

Boaventura *et al.* (2002), descreveu os padrões de distribuição das comunidades do intertidal rochoso de Portugal, ao longo de toda a costa continental, tendo verificado diferenças latitudinais na distribuição e ocorrência de determinados organismos.

Na região Norte de Portugal, é possível distinguir o padrão de zonação universal, proposto por Stephensen & Stephensen (1949). Os organismos mais representativos de cada zona são: *Verrucaria maura*, *Lichina pygmaea*, *Lichina confinis* e *Melaraphe neritoides* no supralitoral; *Patella* sp., *Chthamalus* sp., *Mytilus* sp., *Fucus spiralis*, *Fucus vesiculosus*, *Ascophyllum nodosum* e *Pelvetia canaliculata* no médiolitoral; *Saccorhiza polyschides*, *Laminaria ochroleuca*, *Laminaria hyperborea*, *Bifurcaria bifurcata*, *Chondracanthus acicularis* e *Himanthalia elongata* no infralitoral (Araújo *et al.*, 2005).

1.2 Florestas de laminárias

Laminária (ou “kelp”) é o nome comum dado a macroalgas castanhas (Phaeophyceae) de grandes dimensões pertencentes às Ordens Laminariales e Tilopteridales, sendo que a última foi recentemente separada da Ordem Laminariales (Adl *et al.*, 2005). Estas algas dominam zonas infralitorais pouco profundas em latitudes temperadas de todo o Planeta. Quando presentes em densidades elevadas, estas macroalgas formam as conhecidas florestas de laminárias, um importante habitat para outros organismos. Constituem um dos habitats mais diversos e ecologicamente dinâmicos do planeta, sendo o equivalente subaquático das florestas tropicais terrestres (Birkett *et al.*, 1998).

De uma forma geral, o esporófito de uma laminária pode ser dividido em diferentes partes morfológicas: fronde, estipe e rizoide. A fronde (ou lâmina) constitui a secção com maior área de superfície da macroalga com funções fotossintéticas; a fronde é elevada na coluna de água por uma estrutura de menor largura, flexível e bastante resistente denominada de estipe; esta por sua vez é fixa ao substrato por um rizoide (ou hapteron), que é formado por um número variável de ramificações denominados de hapteros, que tem como função a fixação da alga ao substrato (Birkett *et al.*, 1998).

No seu conjunto, as laminárias são os organismos criadores de habitat mais importantes na generalidade dos recifes rochosos de zonas temperadas do planeta (Schiel & Foster, 1986). Estes organismos formam habitat através da criação de estruturas físicas tridimensionais que podem ser colonizadas por diversos organismos (Wemberger *et al.*, 2004; Tuya *et al.*, 2008).



Figura 3 – Floresta de *Saccorhiza polyschides* (www.seaweed.ie, 07.06.12).

As laminárias albergam uma elevada quantidade de espécies de macrofauna no conjunto das suas partes: rizoide, estipe e fronde (Christie *et al.*, 1993; Begin *et al.*, 2004). A elevada produtividade primária e a heterogeneidade do habitat podem explicar a elevada riqueza específica e abundância de invertebrados associados a estes ecossistemas (Christie *et al.*, 2003). A elevada abundância de invertebrados e diversidade faunística que se associa a estes habitats formam um recurso alimentar importante para níveis tróficos superiores no interior das florestas de laminárias (Jørgensen & Christie, 2003), assim como para as comunidades que ocorrem nas imediações deste habitat (Norderhaug *et al.*, 2002).

O rizoide das laminárias é formado pelo crescimento de hapteros que se desenvolvem a partir de tecido meristemático presente na base do estipe (Bartsch *et al.*, 2008). Estes rizoides fornecem um habitat adequado para um largo espectro de invertebrados (Norton & Burrows, 1969). A fauna que habita os rizoides é diversa e pode servir para monitorizar ecossistemas marinhos em resposta a uma variedade de impactos ambientais (Smith *et al.*, 1996), diferindo também em termos de composição específica da que coloniza o estipe e a fronde (Christie *et al.*, 2003).

Vários estudos têm investigado a fauna que vive associada a florestas de laminárias, nomeadamente com ênfase na composição de comunidades faunísticas associadas a rizoides de diferentes espécies destas macroalgas. Entre alguns exemplos de trabalhos publicados nesta área constam: Ojeda & Santelices (1984) e Rios *et al.* (2007) em florestas de *Macrocystis pyrifera*, no Chile; Norton (1971) em *Saccorhiza polyschides*, na Grã-Bretanha; Smith *et al.* (1996) e Anderson *et al.* (2005) em *Ecklonia radiata*, na Austrália e Nova Zelândia, respetivamente; Thiel & Vásquez (2000) em *Lessonia trabeculata*, *Lessonia nigrescens* e *Macrocystis integrifolia*, no Chile; Norderhaug *et al.* (2002), Jørgensen & Christie (2003) e Christie *et al.* (2003), em *Laminaria hyperborea* na Noruega. De um modo geral, estes estudos mostram que as comunidades de macrofauna dos rizoides destas macroalgas são dominadas por Artrópodes, Gastrópodes e Anelídeos.

1.3 *Saccorhiza polyschides* (Lightfoot) Batters, 1902

No Nordeste Europeu a espécie mais importante de *kelp* é *Laminaria hyperborea*, embora outras espécies possam ser localmente dominantes como *Laminaria saccharina*, *Laminaria digitata*, *Alaria esculenta* e *Saccorhiza polyschides* (Birkett *et al.*, 1998). No sul da Europa, *Saccorhiza polyschides* é o *kelp* mais abundante, no intertidal inferior de zonas costeiras de substrato rochoso (Rafaelli & Hawkins, 1996).

Saccorhiza polyschides (Phaeophicea) é uma macroalga que apresenta uma distribuição geográfica alargada, estendendo-se ao longo das zonas costeiras marinhas do Oceano Atlântico Norte, até a uma profundidade de cerca de 20 m. No continente Europeu, esta espécie ocorre na Península Ibérica, França, Reino Unido, Noruega, Islândia e algumas zonas do Mediterrâneo. Existem também registos da sua ocorrência em determinados países do Oeste Africano, nomeadamente Marrocos, Mauritânia, Gana e Ilhas Canárias¹.

S. polyschides distingue-se de outras laminárias pela formação de um rizoide com uma estrutura bolbosa oca de grandes dimensões, um estipe achatado, e em exemplares maduros uma conformação espiralada do estipe em direção ao bolbo (Norton & Burrows, 1969) (Figura 4).

Norton & Burrows (1969) descreveram a ecologia desta macroalga para o Reino Unido. Trata-se de uma espécie anual, com alternância de gerações entre uma geração gametófita microscópica e uma geração esporófito macroscópica. O esporófito torna-se conspícuo por volta de Março/Abril,

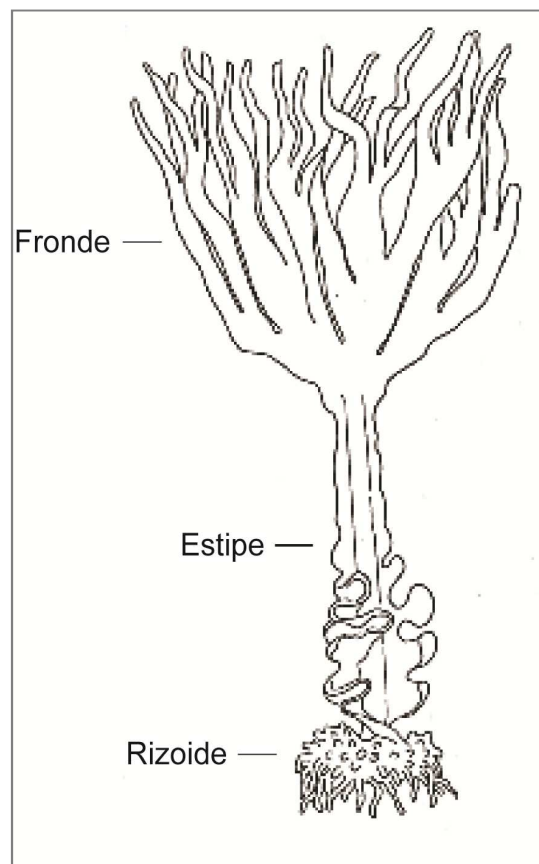


Figura 4 – Ilustração de um esporófito de *Saccorhiza polyschides* (adaptado de Anderson, 2011).

¹ www.algaebase.org, 11.09.12

atingindo a maturidade pelo final do Verão. Após esta fase o esporófito tende a degradar-se. Nalgumas populações o bolbo pode permanecer fixo ao substrato durante o Inverno, coexistindo com os primeiros esporófitos do ano seguinte.

Ardre (1971), catalogou as macroalgas da costa de Portugal entre 1953 e 1961. Durante esse estudo, verificou a presença de *S. polyschides* ao longo das praias rochosas de toda a costa Oeste portuguesa. Neste estudo, Ardre constatou que as populações de *S. polyschides* em Portugal não apresentavam o mesmo padrão de sazonalidade que as populações descritas por Norton & Burrows (1969), sendo que neste caso os esporófitos de *S. polyschides* eram totalmente removidos pelo final de Setembro e nenhum bolbo permanecia fixo ao substrato de um ano para o outro. Verificou também flutuações anuais ao nível do número de esporófitos presentes em determinados locais, assim como no tamanho dos exemplares encontrados entre anos.

Mais recentemente, o projeto “*Findkelp*” procurou mapear a distribuição das espécies de laminárias presentes ao longo da costa continental de Portugal. Este estudo demonstrou que *S. polyschides* é a laminária com distribuição mais alargada na costa Oeste de Portugal, presente desde o Rio Minho, até à Carrapateira (Assis *et al.*, 2009). Não obstante esta larga distribuição, observada em 2008, alguns autores sugerem que a espécie se encontra em fase de regressão na Península Ibérica (Assis *et al.*, 2008; Fernández, 2011).

O rizoide de *S. polyschides* apresenta uma estrutura bolbosa com um sistema complexo de cavidades, com espaço considerável para ser colonizado por fauna (McKenzie & Moore, 1981). Para além do estudo publicado por Norton (1971), poucos autores se têm focado na descrição da comunidade faunística que coloniza o bolbo desta espécie de laminária, nomeadamente Ebling *et al.* (1948) e McKenzie & Moore (1981) no Reino Unido, Andersen (2011) na Noruega e Tuya *et al.* (2011) em Portugal. Nenhum destes estudos procurou acompanhar a sucessão da comunidade faunística presente no bolbo durante o ciclo de estabelecimento anual da alga. Neste contexto, este estudo procura abrir novas perspetivas sobre o conhecimento nesta área, ao acompanhar a

evolução da estrutura da comunidade de Artrópodes que coloniza os bolbos de *Saccorhiza polyschides* ao longo de todo o ciclo de crescimento anual do esporófito.

No meio marinho, os Artrópodes formam um dos Filos mais diversos, sendo representados na sua maioria por Crustáceos, os quais são representados por cerca de 50 000 espécies (Levinton, 2009). Os crustáceos formam um Subfilo bastante diverso quanto à morfologia, tipo de desenvolvimento e estratégia de alimentação. Esta versatilidade permitiu-lhes colonizar todos os habitats marinhos, desde o supralitoral até ao oceano profundo (Hayward & Ryland, 1995). Em Portugal, o estudo dos Artrópodes tem-se focado em grupos taxonómicos particulares. Abelló *et al.* (2002) e Izquierdo & Guerra-García (2010) fizeram o levantamento dos crustáceos peracarídeos ao longo de toda a Península Ibérica. Marques & Bellan-Santini (1993) descreveram a diversidade de anfípodes na costa portuguesa e Pereira (2004) estudou os isópodes que ocorrem em zonas costeiras de substrato rochoso.

Devido à importância dos Artrópodes no meio marinho e à ausência de estudos sobre a sua sucessão temporal em rizoides de *Saccorhiza polyschides*, os objetivos deste estudo são:

- Acompanhar um ciclo anual de estabelecimento da macroalga *Saccorhiza polyschides*, em Viana do Castelo, Portugal.
- Descrever a evolução da estrutura da comunidade de Artrópodes que coloniza o bolbo de *S. polyschides* ao longo de toda a fase de estabelecimento anual do esporófito.

Capítulo II - Material e Métodos

2.1 Área de estudo

As amostragens decorreram no litoral Norte de Viana do Castelo, costa Noroeste de Portugal ($41^{\circ}42'N$, $8^{\circ}51'W$) (Figura 5 – A e B). Trata-se de uma praia característica de substrato rochoso, onde formações graníticas se estendem para além da zona intertidal. Dado o baixo declive da praia, torna-se relativamente fácil aceder à franja do infralitoral durante períodos de marés vivas. As amostragens decorreram entre 16 de Maio e 13 de Outubro de 2011.

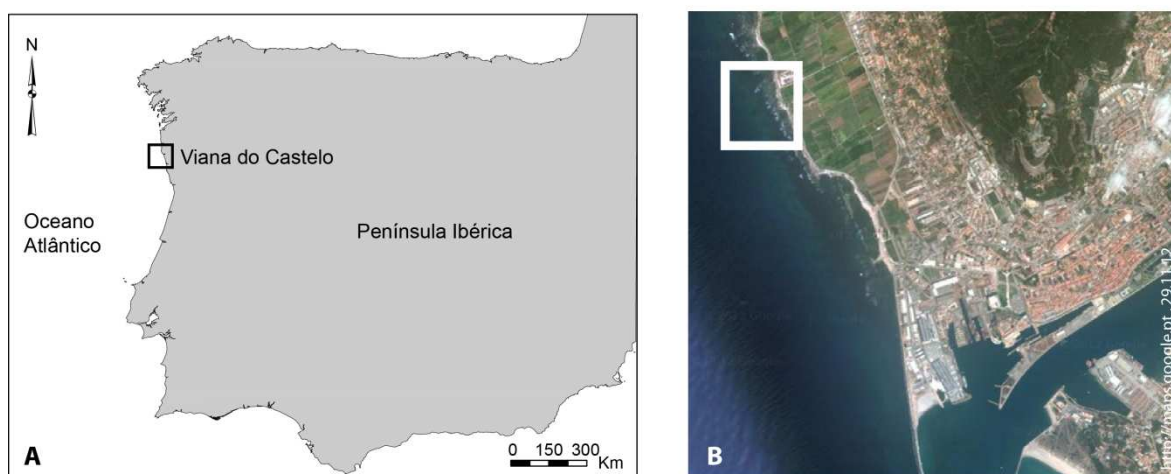


Figura 5 – A: Localização da área de estudo na Península Ibérica; B: Fotografia satélite do local de amostragem.

As amostras foram obtidas quinzenalmente durante períodos consecutivos de marés vivas, sempre que as condições climáticas o permitiram: 16 de Abril; 18 de Maio; 17 de Junho; 4 Julho; 18 de Julho; 29 de Julho; 18 de Agosto; 1 de Setembro; 15 de Setembro; 30 de Setembro. A praia foi ainda visitada a 13 de Outubro, embora nenhuma recolha de amostras tenha sido efetuada, devido ao desaparecimento do coberto de *S. polyschides* na praia.

2.2 Amostragem

Em cada uma das 10 saídas de campo realizadas foram recolhidos 10 exemplares de *S. polyschides* ao acaso, ao longo da franja infralitoral da praia, sempre que os bolbos se encontravam completamente submersos.

No início do estudo, quando os indivíduos de *S. polyschides* eram de pequenas dimensões, estes eram removidos por inteiro (fronde, estipe e bolbo), envolvendo-os individualmente por um saco de plástico e soltando-os do substrato ao mesmo tempo que se fechava o saco. No caso de exemplares maiores, o estipe foi cortado para posteriormente se proceder à recolha cuidadosa do bolbo. Cada bolbo foi envolvido por um saco de plástico, solto e de imediato fechado dentro do saco, por forma a minimizar a fuga de macrofauna contida no seu interior.

Posteriormente foram colocadas em cada saco, cerca de duas grama de Cloreto de Magnésio ($MgCl_2$) por cada 5L de água, por forma a anestesiá-los os organismos. Estes permaneceram em solução durante 5 minutos. O material foi então escoado sobre um crivo de 500 μm e novamente colocado no saco, desta vez fixo numa solução de Formaldeído a 4%, previamente estabilizado com Borax. Os sacos foram selados e levados para o laboratório para posterior análise.

2.3 Procedimento laboratorial

No laboratório, o material contido em cada saco, incluindo o bolbo, foi lavado em água corrente sobre um crivo de 500 μm . Os bolbos foram cuidadosamente dissecados, procedendo-se à remoção de todo o material contido no seu interior. O material contido em cada bolbo foi colocado em recipientes devidamente identificados, numa solução de álcool a 70%, e guardados para posterior análise.

O comprimento do estipe e da fronde dos exemplares foram medidos no laboratório, nos exemplares de menor dimensão. Nos bolbos foi medido o diâmetro máximo, diâmetro mínimo e volume. O volume foi determinado através do cálculo do deslocamento de água num recipiente volumétrico, ao mergulhar os bolbos.

O material pertencente a cada bolbo foi triado individualmente. Os organismos foram separados por Classes, para posterior identificação. Os Artrópodes encontrados em cada um dos bolbos foram identificados até ao nível de espécie sempre que possível, exceto para a Ordem Acari, Classe Ostracoda e Subclasse Copepoda, identificados segundo Hayward e Ryland (1995). Os Anfípodes foram identificados segundo Lincoln (1979) e Ruffo (1982); os Decápodes segundo Gurriatán & Méndez (1985), Ingle (1983), Holthuis & Fransen (1993) e Ingle & Christiansen (2004); os Isópodes segundo Naylor (1972); os Tanaidaceos segundo Holdich & Jones (1983); os Misidáceos segundo Tattersall & Tattersall (1951); os Picnogonídeos de acordo com King (1974); os Cumáceos segundo Jones (1976); os Insetos segundo Cheng (1976) e os Cirrípedes de acordo com Southward & Crisp (1963).

2.4 Análise de dados

Os dados de abundância de Artrópodes e os parâmetros biométricos da macroalga, foram analisados em função das datas de amostragem realizadas.

Determinou-se a média aritmética e desvio padrão, para cada data de amostragem dos seguintes parâmetros biométricos de *S. polyschides*: comprimento do estipe, comprimento da fronde, diâmetro do bolbo e volume do bolbo.

Para cada bolbo individual foi determinada a composição e abundância específica, bem como a abundância total, riqueza específica total e o índice de diversidade de Shannon-Wiener ($H' = -\sum p_i \times \ln p_i$ onde p_i é a proporção do número de indivíduos de cada espécie, em relação ao total de indivíduos da amostra).

Os valores de abundância médios por data de amostragem, foram analisados para cada taxa.

A análise multivariável dos dados foi efetuada com recurso ao *software* Primer 6.0 (Clarke & Gorley, 2006). A matriz de abundâncias foi transformada com raiz quarta e calculada a similitude de Bray-Curtis entre bolbos. A matriz de similitude foi ordenada pelo método NMDS (“non metric multidimensional scaling”). Utilizou-se a função SIMPER para determinar a similitude interna de cada data de amostragem e também identificar a contribuição respetiva de cada taxa.

Os centroides da comunidade para cada data de amostragem foram calculados e ordenados num diagrama NMDS, com a adição de uma linha de trajetória da comunidade.

Foi efetuada uma análise estatística através da função PERMANOVA, para verificar se existiram diferenças estatisticamente significativas para os parâmetros Diâmetro e Volume do bolbo, entre várias datas de amostragem. O mesmo procedimento foi efetuado com os dados de abundância entre datas de amostragem (Anderson *et al.*, 2008).

3.1 Estabelecimento anual de *Saccorhiza polyschides*

Os primeiros esporófitos de *S. polyschides* em Viana do Castelo foram detetados em 16 de Abril. O comprimento dos estipes e das frondes só foram medidos a partir de 18 de Maio.

Observou-se um aumento constante da dimensão dos esporófitos até dia 4 de Julho, data na qual foi registado um pico de comprimento médio máximo das frondes, de cerca de 2 m. A partir dessa data, a dimensão média das frondes diminuiu apresentando novo aumento no final do período de estudo (Figura 6).

O comprimento do estipe apresentou um aumento constante até 4 de Julho, observando-se posteriormente um ligeiro decréscimo na dimensão média. Registou-se novo pico deste descritor no dia 1 de Setembro (Figura 6).

Dia 30 de Setembro os exemplares de *S. polyschides* presentes na praia não possuíam fronde, tendo sido observado também um grau de degradação avançado dos estipes, pelo que não foram efetuadas medições destes parâmetros. Dia 13 de Outubro, não foram encontrados quaisquer bolbos de *S. polyschides* na praia, sinalizando o final do seu estabelecimento sazonal.

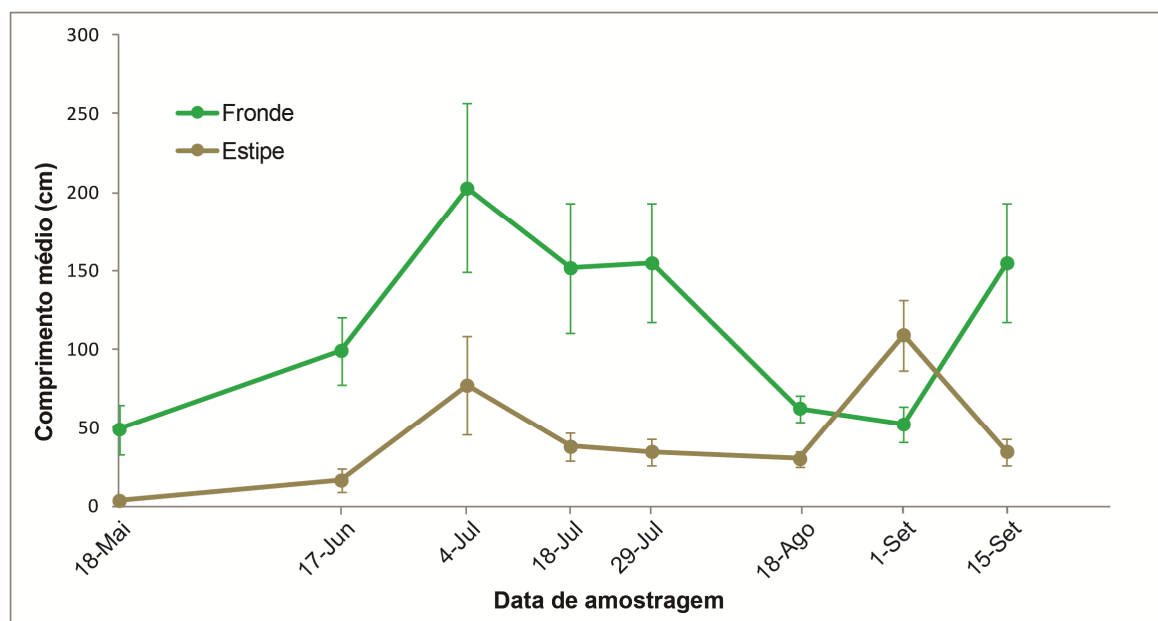


Figura 6- Evolução do comprimento do estipe e da fronde de *Saccorhiza polyschides* por data de amostragem. O valor médio é acompanhado pelo desvio-padrão (n=10).

Relativamente à estrutura de fixação de *S. polyschides*, os valores obtidos para o diâmetro e volume dos bolbos aumentaram gradualmente entre 16 de Abril e 29 de Julho. A partir desta fase, os bolbos mantiveram um diâmetro médio aproximado de 21 cm e um volume médio de cerca de 200 ml, mantendo estas dimensões médias durante o restante estabelecimento anual (Figura 7).

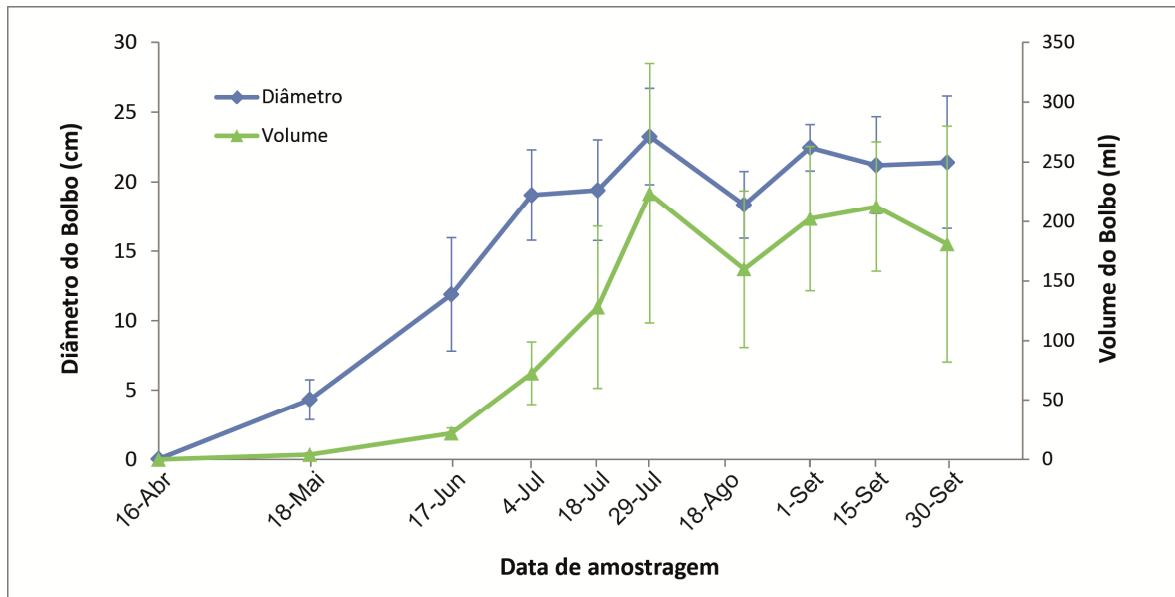


Figura 7 – Evolução do diâmetro e volume dos bolbos de *Saccorhiza polyschides*, ao longo do ciclo de estabelecimento da macroalga. Valor médio é acompanhado do desvio-padrão (n=10).

3.2 Composição da comunidade de Artrópodes

No período de estudo foram recolhidos 70 081 Artrópodes, pertencentes a 108 taxa, em associação com os bolbos de *S. polychides*.

Os taxa distribuem-se pelas Ordens Amphipoda, Isopoda, Decapoda, Cumacea, Pantopoda, Tanaidacea, Acarina, Mysida, Collembola, Ostracoda (Classe), Copepoda (Sublasse) e Cirripeda (Infraclasse).

A Ordem Amphipoda foi representada pelo maior número de taxa, tendo sido identificados 60 taxa distintos. As Ordens Isopoda e Decapoda foram representadas por 16 e 13 taxa, respetivamente (Tabela I). Os exemplares pertencentes à Classe Ostracoda e às Subclasses Acarina e Copepoda, não foram identificados para além do nível taxonómico referido (Tabela I).

Tabela I - Quantidade de taxa por grandes grupos de Artrópodes.

	Taxa
Amphipoda	60
Isopoda	16
Decapoda	13
Cumacea	6
Pantopoda	6
Tanaidacea	3
Mysida	1
Collembola	1
Cirripeda	1
Ostracoda	1*
Copepoda	1*
Acarina	1*

*exemplares não identificados para além dos níveis Classe ou Subclasse.

Ao longo do ciclo de estabelecimento de *S. polychides*, os Artrópodes foram representados maioritariamente por anfípodes, compreendendo entre 76 a 91% dos taxa identificados por bolbo, ao longo das datas amostrais. Os decápodes e isópodes seguiram-se como os grupos mais representados (Figura 8). Em Setembro, não se observou uma dominância tão acentuada por parte dos anfípodes, decápodes e isópodes. Alguns grupos apresentaram frequência relativa superior a 1% nestes meses, particularmente os Copépodes, Ostracodes e Cumáceos (Figura 9).

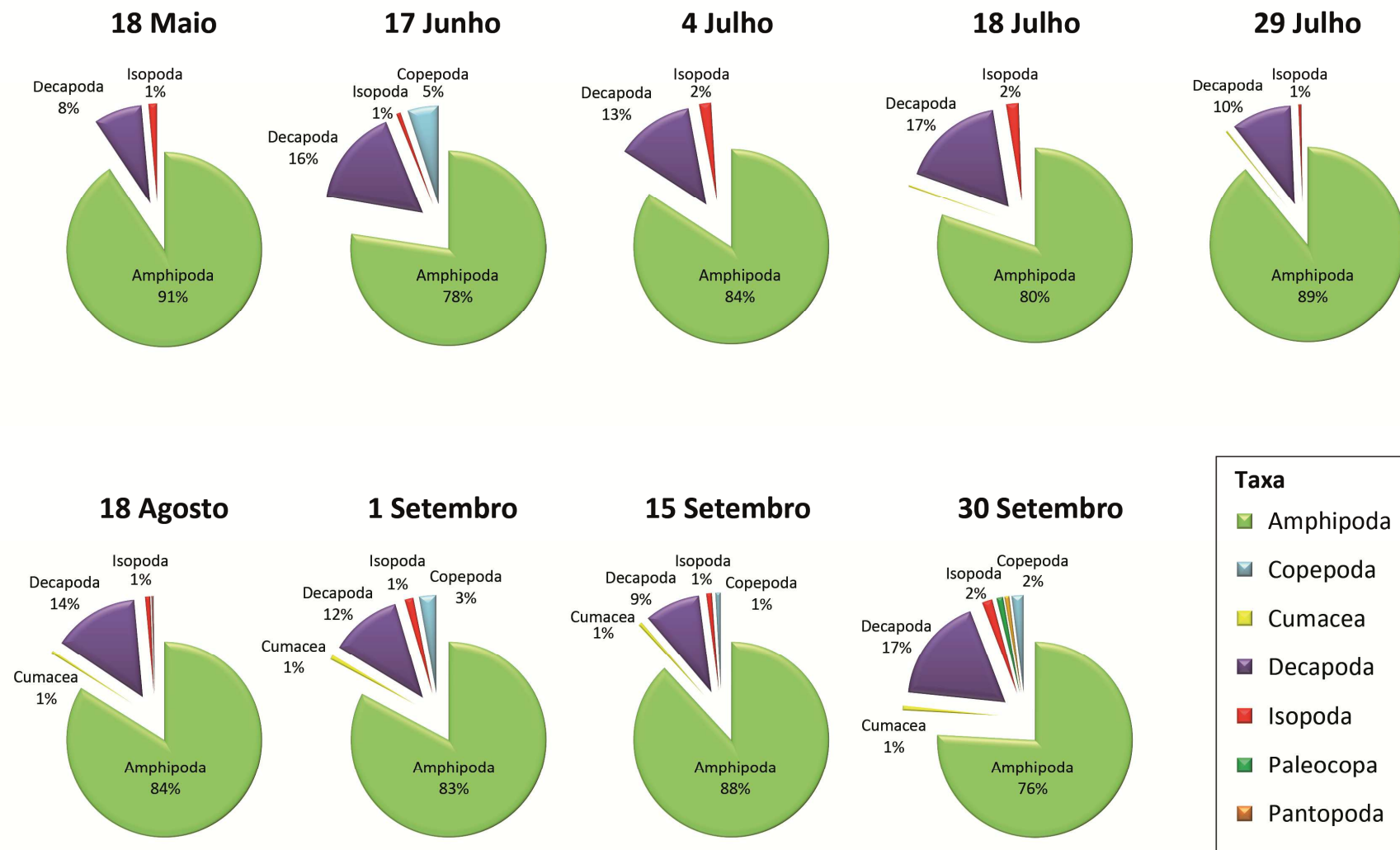


Figura 8 – Sucessão da frequência relativa de taxa por bolbo (apenas os grupos com mais de 1% de frequência relativa estão legendados nos diagramas).

3.3 Abundância e Diversidade

A riqueza específica da comunidade aumentou ao longo do ciclo de crescimento da alga, com um pequeno pico inicial a 4 de Julho. O pico máximo de riqueza específica ocorreu já próximo do final da época de estudo, em 15 de Setembro, período após o qual se observou um ligeiro decréscimo do número de taxa presentes, antes do desaparecimento das algas (Figura 9).

A abundância de Artrópodes seguiu um padrão semelhante ao da riqueza específica, ocorrendo um período de aumento rápido do número de indivíduos presentes em cada bolbo entre 29 de Julho e 15 de Setembro. Na última amostra, a 30 de Setembro registou-se um decréscimo acentuado da abundância de indivíduos (Figura 9).

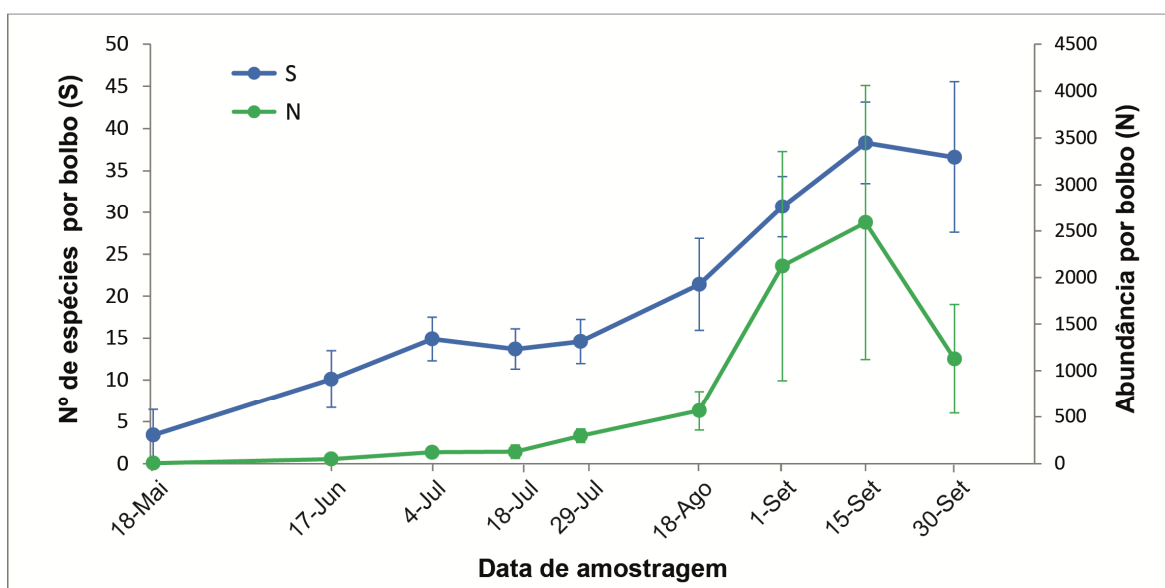


Figura 9 – Evolução da riqueza específica e da abundância de Artrópodes associados a *Saccorhiza polyschides*. Valor médio com o respetivo desvio-padrão (n=10; exceto 18 de Maio onde n=5).

Na Tabela II é apresentado um resumo dos valores médios por bolbo e por data de amostragem, para a riqueza específica, a abundância e a diversidade específica.

O número médio de taxa por bolbo aumentou de 3,4 taxa em Maio, para um máximo de 38,3 a 15 de Setembro. A abundância média por bolbo variou também entre 6,2 indivíduos em Maio e 2589,4 indivíduos em 15 de Setembro. Posteriormente, registou-se uma diminuição considerável do número de indivíduos por bolbo, que passou a cerca de 1126 indivíduos. Os valores de diversidade de Shannon-Wiener apresentaram flutuações ao longo do tempo, embora com os valores mais elevados deste índice na fase final da geração do esporófito, ou seja, em Setembro, coincidindo assim com o período no qual a riqueza em espécies e a abundância em indivíduos foi também mais elevada.

Tabela II- Número de taxa (S); abundância de indivíduos (N); e Índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') (valores médios por amostra, n=10).

Data	S	N	H'
18 Maio	3,4	6,2	0,77273
17 Junho	10,1	50,7	1,6976
4 Julho	14,9	122,4	1,9172
18 Julho	13,7	128,3	1,6889
29 Julho	14,6	297,1	1,4258
18 Agosto	21,4	568,3	1,3994
1 Setembro	30,7	2122,7	1,8724
15 Setembro	38,3	2589,4	1,9964
30 Setembro	36,6	1126,1	2,1741

3.4 Colonização dos bolbos de *S. polyschides*

A comunidade de Artrópodes dos bolbos inclui espécies presentes ao longo de todo o período de estabelecimento do esporófito da alga; tais como *Aora spinicornis*, *Apherusa jurinei*, *Dynamene bidentata*, *Elasmopus rapax*, *Jassa* sp., *Melita hergensis*, *Microdeutopus chelifer* e *Maera inaequipes* (Tabela III). Para além destas espécies, verificou-se a colonização progressiva de taxa que permaneceram na comunidade desde a primeira data em que foi registada a sua ocorrência, acompanhando o crescimento dos bolbos até ao desaparecimento dos bolbos em Outubro. Verificou-se assim uma acumulação progressiva de diferentes taxa, ao longo do período de estudo (Tabela III).

Tabela III: Taxa que permaneceram na comunidade desde o momento em que foram pela primeira vez observados, até ao fim do ciclo de estabelecimento anual de *Saccorhiza polyschides*.

18 Maio						<i>Aora spinicornis</i> <i>Apherusa jurinei</i> <i>Dynamene bidentata</i> <i>Elasmopus rapax</i> <i>Jassa</i> sp. <i>Melita hergensis</i> <i>Microdeutopus chelifera</i> <i>Maera inaequipes</i>
	17 Junho					<i>Amphitoe rubricata</i> <i>Jassa falcata</i> <i>Lembos websteri</i> <i>Microprotopus longimanus</i> <i>Paranthura nigropunctata</i> <i>Pilumnus hirtellus</i> <i>Apohyale prevostii</i> Copepoda n. i.
		4 Julho				<i>Aora gracilis</i> <i>Athanas nitescens</i> <i>Dexamine spinosa</i> <i>Galathea squamifera</i> <i>Pisidia longicornis</i>
			18 Julho			<i>Caprella acanthifera</i>
				29 Julho		<i>Apherusa bispinosa</i>
					18 Agosto	<i>Caprella liparotensis</i> <i>Caprella</i> sp2. <i>Pseudoparatanaïs batei</i> <i>Guernea</i> (<i>Guernea</i>). cf. <i>coalita</i> <i>Ischyrocerus anguipes</i> <i>Nymphon gracile</i> <i>Jassa oia</i> <i>Periculodes longimanus</i>
					1 Setembro	<i>Achelia eucinata</i> <i>Achelia hispida</i> <i>Ampelisca</i> sp. <i>Porcellana platycheles</i>

3.5 Sucessão temporal da comunidade de Artrópodes

Na tabela IV estão representados os dados médios de abundância de cada taxa por data de amostragem, organizados por ordem crescente de abundância e por data de amostragem. Taxa que apenas surgiram em determinada data estão listados em primeiro lugar para cada data. De um modo geral, verificou-se que os taxa mais representativos da comunidade apresentaram picos de abundância no mês de Setembro.

Verificou-se a presença de alguns taxa com picos de abundância em determinada data, ou mesmo exclusivos dessa mesma data. A 4 de Julho registaram-se 4 espécies com picos de abundância das quais uma com presença exclusiva nesta data. A 18 e 29 de Julho duas espécies foram exclusivas, assim como uma espécie com pico de abundância a 29 de Julho, *P. longirostris*. Em 18 de Agosto, registaram-se 4 taxa com pico de abundância, das quais uma exclusiva desta data. A 1 de Setembro, 7 taxa ocorreram exclusivamente e registaram-se picos de abundância para outros 12 taxa. A 15 de Setembro, observou-se a presença de 10 taxa exclusivos, e ainda 31 taxa com picos de abundância. Finalmente, a 30 de Setembro, registaram-se mais 10 taxa exclusivos, assim como 24 taxa com picos de abundância.

Tabela IV – Sucessão temporal faunística com base em dados de abundância médios por data de amostragem. Dados organizados com ênfase às espécies exclusivas por data (sombreado escuro) e por máximos de abundância (sombreado claro), organizados por ordem decrescente.

	18 Mai	17 Jun	4 Jul	18 Jul	29 Jul	18 Ago	1 Set	15 Set	30 Set
<i>Gammarus cf. insensibilis</i>			0,1						
<i>Hyale stebbingi</i>		0,1	0,1						
<i>Idotea báltica</i>	0,2		0,4						
<i>Cymodoce truncata</i>			0,3				0,1		0,1
<i>Amphilocheus spencebatei</i>				0,1					
<i>Anthura gracilis</i>				0,1					
<i>Caprella grandimana</i>					0,1				
<i>Caprella sp.</i>					0,1				
<i>Palaemon longirostris</i>					0,5			0,1	
<i>Photis reinhardi</i>						0,1			
<i>Pirimela denticulata</i>		0,1	0,1			0,1			
<i>Megalopa n. i.</i>						0,3			0,2
<i>Microprotopus maculatus</i>						0,3	0,1		0,1
<i>Actaetes neptuni</i>							0,2		
<i>Podoceridae n. i.</i>							0,1		
<i>cf. Ischyrocerus sp.</i>							0,1		
<i>Campecopea hirsuta</i>							0,1		
<i>Monocorophium acherusicum</i>							0,1		

Amphipoda n.i. sp.b							0,1		
<i>Jassa</i> sp.2							0,1		
<i>Elasmopus rapax</i>	0,8	3,9	13	18,1	23,3	76,3	220,5	197,9	175,6
<i>Melita hergensis</i>	0,2	0,9	13,9	18,3	22,4	12,6	69,3	14,9	12,5
Copepoda n. i.		3,7	0,3	0,3	0,2	1	42,9	19,5	18,7
<i>Dexamine spinosa</i>			0,4	0,3	0,4	1,2	15,5	14,2	5,1
<i>Aora gracilis</i>			0,5	0,3	0,2	0,4	13,8	7,5	0,6
<i>Erichthonius punctatus</i>				0,7		0,3	8,8	8,7	8,2
<i>Tanais dulongii</i>		0,1	0,1				6,6	5,4	1,6
<i>Atylus swammerdami</i>			0,6	0,2	1,2		2,9	1,8	1,2
<i>Gammarellus angulosus</i>	0,2	0,5					1,6	0,4	
<i>Galathea squamifera</i>			0,8	0,3	0,2	0,5	1	0,4	0,6
<i>Gammarella fucicola</i>		0,2			0,7	0,3	1	0,4	0,7
<i>Xantho incisus</i>			0,1	0,3		0,1	0,4	0,4	0,4
<i>Peltocoxa damnoniensis</i>								0,4	
<i>Caprella hirsuta</i>								0,2	
<i>Balanus improvisus</i>								0,1	
Bopyridae n. i.								0,1	
<i>Monocorophium</i> cf. <i>sextonae</i>								0,1	
<i>Parajassa pelágica</i>								0,1	
<i>Pereionotus testudo</i>								0,1	
<i>Stenothoe</i> cf. <i>tergestina</i>								0,1	
Amphipoda n. i. sp.a								0,1	
<i>Ampithoe</i> cf. <i>Valida</i>								0,1	
<i>Microdeutopus chelifer</i>	1,6	22,6	41,1	56,9	173,1	348,2	900,7	1057,7	426,4
<i>Aora spinicornis</i>	0,2	2,4	23,7	7,8	4,4	2,8	349,3	517,4	99,1
<i>Jassa</i> sp.	0,8	1,8	1,2	1,8	3,2	9,6	100,3	205,8	47,7
<i>Jassa falcata</i>		0,9	6,6	0,7	1,9	3,6	160,9	181,7	35,1
<i>Ampithoe rubricata</i>		0,7	0,7	2,6	42,7	31,6	33,8	63	9,5
<i>Microprotopus longimanus</i>		0,1	0,2	0,4	0,3	11,1	30,6	52,9	33,2
<i>Apherusa jurinei</i>	0,6	4,1	4	1,9	2,4	2,1	15,7	49	33,5
<i>Ischyrocerus anguipes</i>						0,9	7,2	18,7	1,9
<i>Dynamene bidentata</i>	0,2	0,5	3,4	2,2	4	4,7	8,1	17,6	4,1
<i>Caprella acanthifera</i>				0,1	1	2,6	12,5	14,7	8,1
<i>Apherusa bispinosa</i>					0,1	0,6	0,3	14,5	3,4
<i>Podocerus variegatus</i>			0,1	0,3		1,2	1,8	7,2	2,4
<i>Paranthura nigropunctata</i>		0,3	1,2	0,3	0,7	1,5	5,3	7,1	4,3
<i>Ampithoe</i> sp.		0,9	0,3	0,4	0,1		3,3	5,5	0,5
<i>Porcellana platycheles</i>							0,2	2,3	0,4
<i>Stenothoe monoculoides</i>	0,2					0,2	0,6	1,7	1,4
<i>Guernea (Guernea)</i> cf. <i>coalita</i>						0,1	0,7	1,7	1,5
<i>Hippolite varians</i>								1,7	0,6
<i>Caprella liparotensis</i>						0,1	0,3	1,5	1,1
<i>Iphinoe</i> sp.			0,1			0,5	0,5	1,4	2
<i>Munna kroyeri</i>					0,1		0,5	1,2	0,2
<i>Gammaropsis maculata</i>			0,2		0,2	0,1		0,9	0,5
<i>Ampelisca</i> sp.							0,1	0,8	0,2
<i>Amphilocheus neapolitanus</i>				0,1		0,1	0,5	0,5	1
<i>Jassa ocia</i>						0,3	0,2	0,4	0,2
Acarina n. i.							0,1	0,3	0,1

<i>Achelia hispida</i>							0,1	0,2	0,2
<i>Achelia longipes</i>						0,1		0,2	
<i>Liocarcinus puber</i>		0,1		0,1		0,1	0,1	0,2	0,1
<i>Anoplodactylus angulatus</i>						0,1		0,1	
<i>Arcturella</i> cf. <i>Poorei</i>						0,1		0,1	0,1
<i>Melitidae</i> n. i.									0,4
<i>Apseudes talpa</i>									0,4
<i>Anapagurus hyndmanni</i>									0,3
<i>Bodotria scorpioides</i>									0,3
<i>Achelia laevis</i>									0,2
<i>Monocorophium insidiosum</i>									0,2
cf. <i>Ambasia atlântica</i>									0,1
cf. <i>Iphimedia</i> sp.									0,1
<i>Hippolite longirostris</i>									0,1
<i>Phoxichilidium femuratum</i>									0,1
<i>Maera inaequipes</i>	1,2	1	4,6	5	5,5	33,1	45,8	25,9	84,9
<i>Lembos websteri</i>		2,9	0,2	3,4	2,4	5,1	38,9	38,8	39,2
<i>Pilumnus hirtellus</i>		1,3	2,2	3,5	4,1	7,9	8,4	10,2	10,9
<i>Athanas nitescens</i>			0,2	1,1	0,5	2	2,7	1,2	9,3
<i>Heteromysis formosa</i>			0,4			0,2		0,1	7
Ostracoda n. i.		0,2	0,2		0,3	2,1	3,2	4,2	6,1
<i>Apohyale prevostii</i>		1,3	0,6	0,1	0,5	0,1	1	2,7	6,1
<i>Thoralus cranchii</i>				0,1				0,5	2,7
<i>Caprella</i> sp.2						0,1	0,3	0,5	2,1
<i>Synisoma lancifer</i>			0,2	0,1		0,1	0,2	0,2	2
<i>Periculodes longimanus</i>						0,5	0,9	1,1	1,2
<i>Gitana sarsi</i>								0,2	1,2
<i>Pisidia longicornis</i>			0,2	0,2	0,1	0,1	0,7	0,4	1,1
<i>Megamphopus</i> sp.								0,7	0,9
<i>Gnathia</i> sp.					0,1		0,2	0,2	0,9
<i>Campylaspis</i> cf. <i>Glabra</i>				0,2		0,1	0,2	0,6	0,9
<i>Pseudoparatanais batei</i>						0,3	0,7	0,1	0,9
<i>Idotea neglecta</i>		0,2				0,4	0,1	0,1	0,5
<i>Janira maculosa</i>				0,1		0,2	0,1	0,1	0,5
<i>Achelia ecuinata</i>							0,1	0,1	0,4
<i>Nymphon gracile</i>						0,1	0,1	0,2	0,3
<i>Cleantis prismática</i>						0,1			0,2
<i>Nannastacus brevicaudatus</i>								0,1	0,1
<i>Photis longicaudata</i>							0,1		0,1

Na tabela V estão listados os taxa que contribuíram para pelo menos 1% do total de abundância média em cada data. De uma forma geral, verificou-se que estes foram quase sempre os mesmos ao longo do estudo, formando um grupo de 10 a 15 taxa fortemente representadas em quase todas as datas.

Microdeutopus chelifer foi a espécie dominante ao longo do estudo, tendo sido o taxa que apresentou os valores de abundância mais elevados em todas as datas. *Aora spinicornis* e *Elasmopus rapax* seguiram-se como espécies mais abundantes, apresentando o segundo e terceiro maior valor de abundância, respetivamente, em quase todas as datas. A maioria dos taxa apresentaram picos de abundância no mês de Setembro, particularmente nos dias 1 e 15 desse mês (Tabela V).

Tabela V – Lista dos taxa que contribuíram para pelo menos 1% da abundância média em cada data de amostragem, com ênfase aos taxa mais abundantes por data (sombreado escuro – 1º, 2º, 3º, 4º, 5º e 6º taxa mais abundantes; sombreado claro – 7º, 8º, 9º e 10º taxa mais abundantes; vermelho – data onde cada taxa foi mais abundante). Dados ordenados por ordem decrescente do total de abundância média por taxa.

	18-Mai	17-Jun	04-Jul	18-Jul	29-Jul	18-Ago	01-Set	15-Set	30-Set
<i>Microdeutopus chelifer</i>	1,6	22,6	41,1	56,9	173,1	348,2	900,7	1057,7	426,4
<i>Aora spinicornis</i>	0,2	2,4	23,7	7,8	4,4	2,8	349,3	517,4	99,1
<i>Elasmopus rapax</i>	0,8	3,9	13	18,1	23,3	76,3	220,5	197,9	175,6
<i>Jassa falcata</i>		0,9	6,6	0,7	1,9	3,6	160,9	181,7	35,1
<i>Jassa sp.</i>	0,8	1,8	1,2	1,8	3,2	9,6	100,3	205,8	47,7
<i>Maera inaequipes</i>	1,2	1	4,6	5	5,5	33,1	45,8	25,9	84,9
<i>Ampithoe rubricata</i>		0,7	0,7	2,6	42,7	31,6	33,8	63	9,5
<i>Melita hergensis</i>	0,2	0,9	13,9	18,3	22,4	12,6	69,3	14,9	12,5
<i>Lembos websteri</i>		2,9	0,2	3,4	2,4	5,1	38,9	38,8	39,2
<i>Microprotopus longimanus</i>		0,1	0,2	0,4	0,3	11,1	30,6	52,9	33,2
<i>Apherusa jurinei</i>	0,6	4,1	4	1,9	2,4	2,1	15,7	49	33,5
Copepoda n. i.		3,7	0,3	0,3	0,2	1	42,9	19,5	18,7
<i>Pilumnus hirtellus</i>		1,3	2,2	3,5	4,1	7,9	8,4	10,2	10,9
<i>Dynamene bidentata</i>	0,2	0,5	3,4	2,2	4	4,7	8,1	17,6	4,1
<i>Apohyale prevostii</i>		1,3	0,6	0,1	0,5	0,1	1	2,7	6,1
<i>Ampithoe sp.</i>		0,9	0,3	0,4	0,1		3,3	5,5	0,5
<i>Stenothoe monoculoides</i>	0,2					0,2	0,6	1,7	1,4
<i>Gammarellus angulosus</i>	0,2	0,5					1,6	0,4	
<i>Idotea baltica</i>	0,2		0,4						

3.6 Evolução da estrutura da comunidade

A análise comparativa da comunidade presente nos bolbos revelou um aumento da similitude de Bray-Curtis comunidade ao longo do tempo. O coeficiente de Bray-Curtis aumentou ao longo do tempo acompanhando o aumento da dimensão dos bolbos, observando-se um aumento mais substancial na fase de aumento acentuado do diâmetro dos bolbos. Verificou-se também que a similitude manteve uma tendência de aumento mesmo após a fase de estabilização do diâmetro dos bolbos, até 15 de Setembro, período após o qual se verifica uma ligeira diminuição do coeficiente de Bray-Curtis (Figura 10).

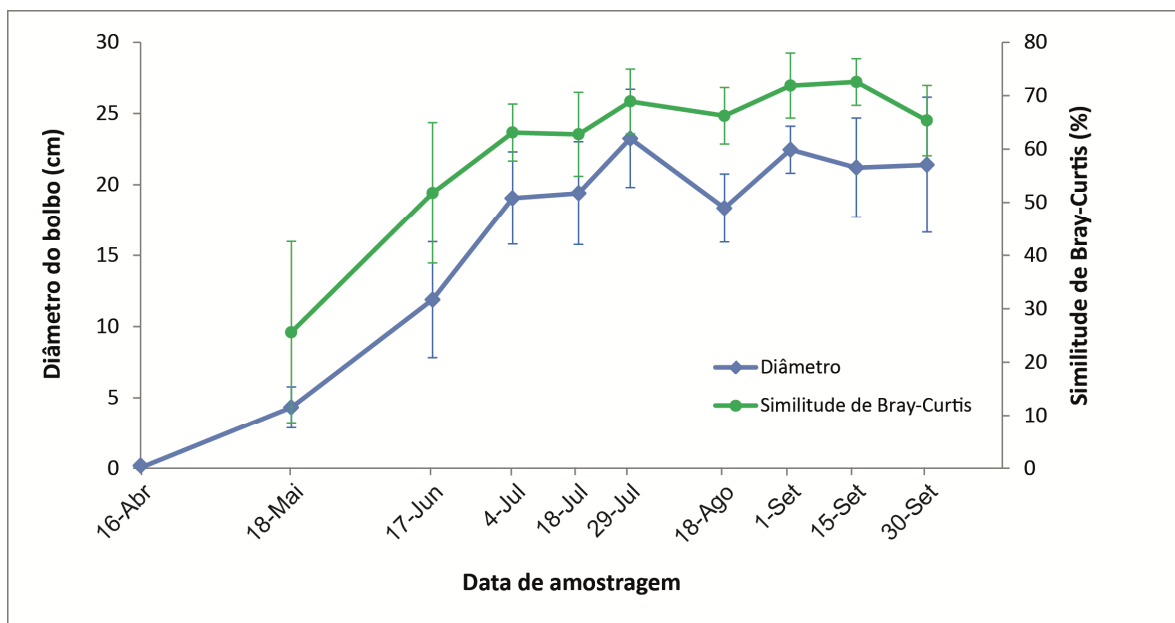


Figura 10 – Evolução temporal da similitude de Bray-Curtis da comunidade, e do diâmetro do bolbo de *Saccorhiza polyschides*. Valores médios com respetivo desvio-padrão (n=10; exceto 18 de Maio onde n=5 para a similitude de Bray-Curtis).

Atendendo aos taxa que mais contribuíram para a similitude das amostras recolhidas durante o mesmo período de amostragem, verificou-se uma diminuição progressiva da contribuição de determinados taxa ao longo do tempo, em particular das espécies *Microdeutopus chelifer*, *Elasmopus rapax* e *Aora spinicornis*, as quais foram mais importantes no início da fase de instalação do esporófito. Com o aumento da riqueza específica, nomeadamente em Setembro, observou-se um acréscimo do número de taxa com contribuições importantes para a similitude da comunidade (Figura 11).

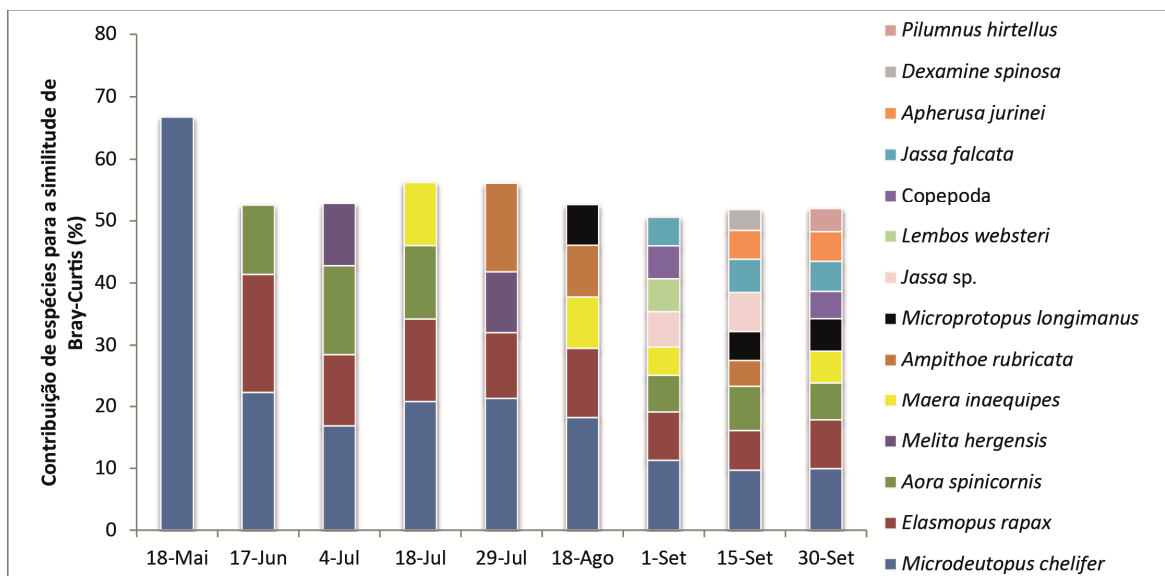


Figura 11 – Contribuição percentual dos diversos taxa para a similitude da comunidade, por data de amostragem (taxa com contribuições que ascendem até uma fasquia acumulada de 50 %).

A análise de ordenação revelou uma maior dispersão das amostras em Maio, aquando da instalação do esporófito. Esta dispersão diminuiu ao longo do tempo, observando-se a formação de nuvens de pontos mais próximos entre si com o decorrer do tempo (Figura 12).

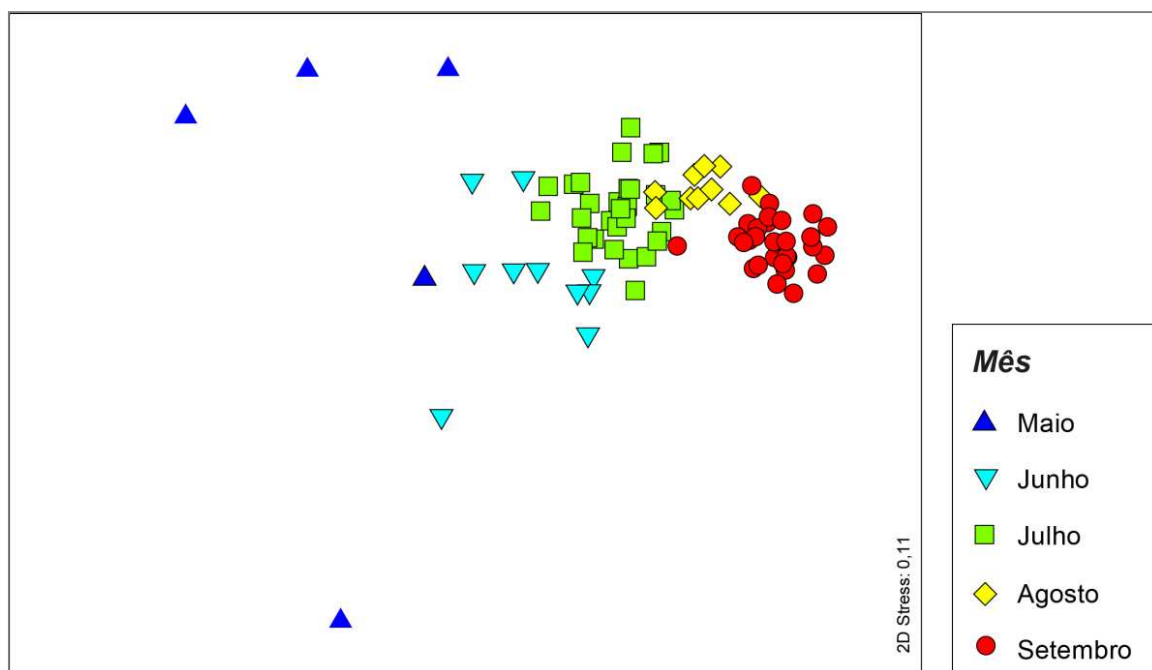


Figura 12 – Diagrama NMDS da matriz de similitude de Bray-Curtis, com ênfase nos meses de estudo.

De uma forma geral, os centroides da comunidade ordenaram-se no espaço de forma direcional. À medida que as datas se sucedem, a estrutura da comunidade seguiu uma trajetória quase linear, no sentido da primeira para a penúltima data. Já em 30 de Setembro, a estrutura da comunidade aparentou inverter de sentido, em relação à evolução das restantes datas (Figura 13).

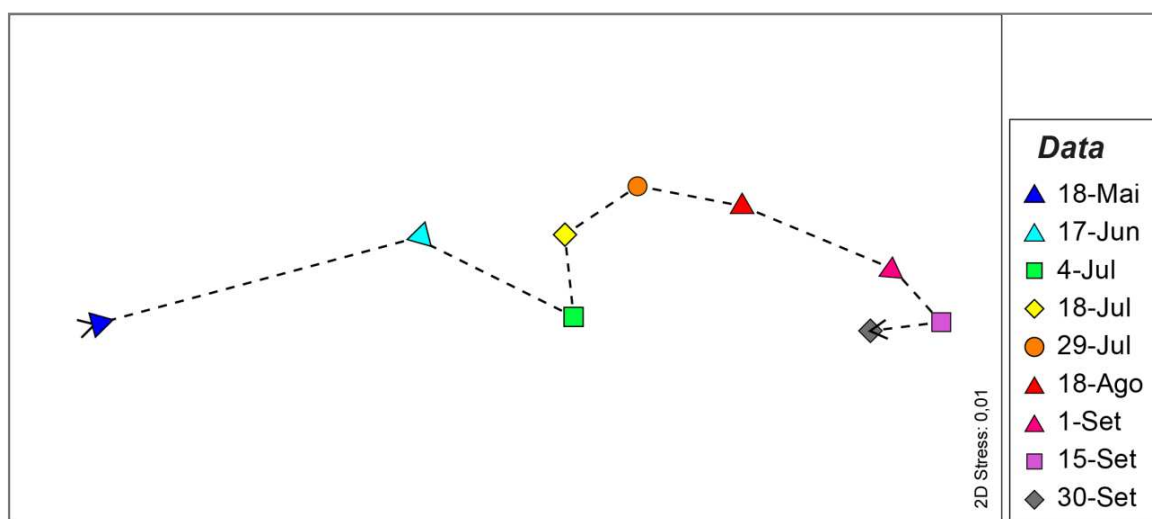


Figura 13 – Diagrama NMDS dos centroides da comunidade de cada data de amostragem e linha da trajetória da evolução da comunidade.

Entre as datas de amostragem 29 de Julho e 30 de Setembro, período durante o qual se observou a estabilização da dimensão dos bolbos, não se observaram alterações estatisticamente significativas nos parâmetros volume e diâmetro dos bolbos (Tabelas VI e VII). Quando comparados os dados de abundância por data de amostragem durante o mesmo período, registaram-se alterações significativas (Tabela VIII), indicando a alteração da composição da comunidade.

Ao comparar os dados de abundância entre todas as datas de amostragem do estudo, registaram-se diferenças significativas a nível global (Tabela IX), bem com entre todas as datas consecutivas do estudo (Tabela X).

Tabela VI – Resultados do *main test* PERMANOVA, com base nos valores de volume dos bolbos entre as datas 29 de Julho e 30 de Setembro (gl-graus de liberdade; SQ-soma dos quadrados; V-variância; p- probabilidade associada).

Volume					
Fonte	gl	SQ	Var	Pseudo-F	p
Data	4	$2,6 \times 10^4$	$6,5 \times 10^3$	$0,9 \times 10^{-1}$	0,43
Res	45	$2,9 \times 10^5$	$6,8 \times 10^3$		
Total	49	$3,2 \times 10^5$			

Tabela VII – Resultados do *main test* PERMANOVA, com base nos valores diâmetro dos bolbos entre as datas 29 de Julho e 30 de Setembro (gl-graus de liberdade; SQ-soma dos quadrados; V-variância; p- probabilidade associada).

Diâmetro					
Fonte	gl	SQ	Var	Pseudo-F	p
Data	4	$3,5 \times 10^1$	8,8	1,1	0,39
Res	45	$3,8 \times 10^2$	8,4		
Total	49	$4,1 \times 10^2$			

Tabela VIII – Resultados do *main test* PERMANOVA, com base nos valores de abundância entre as datas 29 de Julho e 30 de Setembro (gl-graus de liberdade; SQ-soma dos quadrados; V-variância; p- probabilidade associada).

Abundância					
Fonte	gl	SQ	Var	Pseudo-F	p
Data	4	$2,6 \times 10^4$	$5,4 \times 10^3$	$1,1 \times 10^1$	0,0001
Res	45	$2,3 \times 10^4$	$5,0 \times 10^2$		
Total	49	$4,4 \times 10^4$			

Tabela IX – Resultados do *main test* PERMANOVA, com base nos valores de abundância entre as datas 18 de Maio e 30 de Setembro (gl-graus de liberdade; SQ-soma dos quadrados; V-variância; p- probabilidade associada).

Abundância					
Fonte	gl	SQ	Var	Pseudo-F	p
Data	8	$7,3 \times 10^4$	$9,2 \times 10^3$	$1,2 \times 10^1$	0,0001
Res	76	$5,7 \times 10^4$	$7,5 \times 10^2$		
Total	49	$1,3 \times 10^5$			

Tabela X – Valores de *t* estatístico e significância associada (*p*) para os testes *pair-wise*, entre datas de amostragem consecutivas, para o descritor que rejeitou a hipótese nula do *main test* (abundância).

	t	p
18 Mai vs. 17 Jun	2,1992	0,0023
17 Jun vs. 4 Jul	2,2198	0,0001
4 Jul vs. 18 Jul	1,6657	0,0095
18 Jul vs. 29 Jul	1,8278	0,0057
29 Jul vs. 18 Ago	2,1794	0,0006
18 Ago vs. 1 Set	3,0091	0,0001
1 Set vs. 15 Set	1,8362	0,0045
15 Set vs. 30 Set	1,9162	0,0020

Capítulo IV - Discussão

Na área em estudo, Viana de Castelo, NW de Portugal, a população de esporófitos de *S. polyschides* desapareceu por completo da franja infralitoral entre 30 de Setembro e 13 de Outubro. Estes resultados são concordantes com Ardré (1971), que observou esta característica para esta espécie em zonas costeiras de Portugal continental.

Observou-se uma variabilidade considerável na dimensão dos exemplares de *S. polyschides* nas diversas datas amostrais, nomeadamente nos valores de comprimento médio dos estipes e das frondes. Estes parâmetros poderão não ser os mais indicados para descrever a dimensão dos indivíduos. Segundo Norton & Burrows (1969), estas estruturas encontram-se sob a influência simultânea de crescimento e decaimento, pelo que estes parâmetros devem ser considerados com cautela. Estes autores indicaram o diâmetro do bolbo e o número de fileiras de hapteros, como descritores mais fiáveis do estado de desenvolvimento da alga.

Por outro lado, as características particulares desta praia, nomeadamente a existência de uma barreira de grandes estruturas rochosas que protegem a franja do infralitoral da forte rebentação, assim como a presença de grandes rochas dispersas ao longo do infralitoral, provocam uma grande variabilidade das condições hidrográficas numa escala espacial reduzida. Segundo Raffaelli & Hawkins (1996), a tipologia da praia pode provocar a criação de diferentes micro-habitats ao longo de escalas espaciais curtas. O grau de desenvolvimento das laminárias depende do hidrodinamismo do local onde se encontram (Birkett *et al.*, 1998). Este fato poderá também ter influenciado a elevada variabilidade registada para os parâmetros de comprimento dos estipes e das frondes da alga. Assim, o diâmetro do bolbo foi eleito como o parâmetro mais preciso para a caracterização do estado de desenvolvimento de *S. polyschides*, tendo apresentado os menores valores de desvio padrão de todos os descritores biométricos analisados.

A comunidade de Artrópodes que colonizou os bolbos de *S. polyschides*, mostrou ser dominada pela Classe Amphipoda, a qual inclui 60 dos 108 taxa identificados, no estudo. Em termos de frequência relativa, os anfípodes representaram ao longo do tempo, entre 76 a 91 % da composição da comunidade artrópodes, em termos de riqueza de espécies, ao longo das datas de amostragem. Estes números espelham a diversidade

de taxa de anfípodes presentes nos bolbos. Os anfípodes são os principais produtores secundários e terciários em comunidades macrobentônicas marinhas, qualitativa e quantitativamente (Marques & Bellan-Santini 1993), tendo sido também identificados como um dos componentes principais de habitantes de rizoides de laminárias (Ojeda & Santelices 1984, Thiel & Vásquez 2000, Thuya *et al.*, 2011).

Em relação à abundância, o número de anfípodes contabilizados ascendeu a mais de 2400 indivíduos por bolbo, já próximo do final do ciclo de estabelecimento anual da macroalga. O aumento brusco dos valores de abundância registrados em Setembro, deveu-se em parte ao recrutamento de centenas de indivíduos no interior dos bolbos. As observações efetuadas indicaram que a maioria dos indivíduos de determinados taxa eram juvenis (mais de 50%), nomeadamente no caso das espécies *Microdeutopus chelifer*, *Elasmopus rapax*, *Ampithoe rubricata*, *Jassa falcata*, sendo estas as espécies que apresentaram os valores mais elevados de abundância. Estas observações confirmam o papel de maternidade da estrutura de fixação de *S. polyschides*, proposto nomeadamente por Norton (1971).

A espécie *Microdeutopus chelifer* foi observada em todos os momentos de amostragem, apresentando os valores de abundância mais elevados entre os Artrópodes identificados, podendo tratar-se de uma espécie característica deste habitat. Esta espécie foi registada para águas pouco profundas no Mediterrâneo em associação com algas pertencentes aos géneros *Cystoseira*, *Chondrus*, *Saccorhiza*, entre outras. No Atlântico, a espécie também pode ser encontrada em zonas pouco profundas do subtidal, associados a rizoides de *Laminaria* e outras algas, e na zona intertidal associada a algas em poças de maré (Myers, 1969).

A sucessão faunística que se observou no decorrer do estudo apresentou algumas semelhanças com estudos efetuados em rizoides de outras espécies de laminárias (ex. Ojeda e Santelices, 1984). Na espécie *Macrocystis pyrifera* não se observa um padrão de colonização de macrofauna com uma substituição progressiva de espécies, ao contrário do que acontece em outros tipos de substratos (Ojeda e Santelices, 1984). Estes autores sugeriram que esta poderá ser uma característica comum para a generalidade de espécies

de laminárias, uma vez que outros autores verificaram padrões similares com diferentes espécies pertencentes à Ordem Laminariales. Na generalidade, tem-se verificado que em rizoides de laminárias, as espécies pioneiras aparentam não ser substituídas ao longo do tempo, observando-se apenas uma alteração progressiva da sua contribuição relativa (Ojeda e Santelices, 1984), em concordância com os resultados obtidos para a comunidade de Artrópodes no presente estudo. Os taxa mais representativos mantiveram-se na comunidade desde a primeira ocorrência observada, permanecendo até ao final do ciclo de estabelecimento anual da macroalga, com alterações da contribuição relativa da abundância global da comunidade.

Não obstante, observou-se a ocorrência de determinados taxa durante períodos temporais restritos. Ao longo dos meses, determinados surgiram exclusivamente nalgumas datas. Contudo, a maioria destes taxa surgiu representado por apenas um ou dois exemplares, podendo assim a sua ocorrência ser ocasional, não se tratando de organismos típicos deste habitat.

A abundância e riqueza específica de artrópodes aumentaram ao longo do tempo, mesmo depois do término do crescimento dos bobos. Outros estudos também verificaram que a abundância de invertebrados associados a rizoides de laminárias pode não depender diretamente da dimensão do rizoide, podendo aumentar mesmo após a cessação do crescimento de rizoides em várias espécies de laminárias (Thiel & Vásquez, 2000; Smith *et al.*, 1996; Thuya *et al.*, 2011).

Verificou-se um aumento da similitude da comunidade presente nos bolbos, à medida que o ciclo de estabelecimento de *S. polyschides* decorreu. Estes resultados indicam que a comunidade foi sendo cada vez mais homogénea ao longo do tempo, atingindo um pico de similitude próximo do final do ciclo de vida do esporófito.

Alguns estudos têm constatado que a macrofauna associada a laminárias é maioritariamente móvel, ocorrendo migrações frequentes entre indivíduos de laminárias, nomeadamente anfípodes e gastrópodes (Norderhaug *et al.*, 2002; Jørgensen & Christie, 2003). Os peracarídeos reproduzem-se por desenvolvimento direto, recrutando diretamente no local onde se encontram os progenitores. Existem inclusivamente casos

reportados de anfípodes e isópodes que despendem cuidados parentais com a sua descendência (Thiel, 1999). Por outro lado, fêmeas que transportam ovos no marsúpio podem criar uma nova colônia em locais onde não existiam previamente (Thiel & Vásquez, 2000). Em conjunto, estes fatores de mobilidade e recrutamento, podem explicar o aumento da similitude da fauna contida nos bolbos ao longo do tempo, ao haver uma troca contínua de espécies entre bolbos, a probabilidade de ocorrer uma uniformização das comunidades será maior.

A maioria dos estudos sobre a fauna associada a rizoides de laminárias, procuraram estabelecer uma relação entre a estrutura da comunidade e o volume dos rizoides (p.e. Ojeda & Santelices, 1984; Thiel & Vásquez, 2000; Thuya *et al.*, 2011). Anderson *et al.* (2005), mostrou que a estrutura da comunidade associada ao rizóide de *Ecklonia radiata* é influenciada significativamente pelo volume dos rizoides. O presente estudo demonstrou que a dimensão dos bolbos de *S. polyschides*, poderá não ser o único fator com influência na estrutura da comunidade, para esta espécie.

Neste estudo, o aumento do volume e do diâmetro dos bolbos pode explicar a evolução da estrutura da comunidade durante as fases iniciais de crescimento do esporófito, quando se observou o aumento do número de espécies por bolbo, assim como o aumento progressivo da similitude entre bolbos, á medida que a dimensão dos bolbos aumentou. No entanto, após a estabilização da dimensão dos bolbos, continuou a verificar-se uma evolução temporal na estrutura da comunidade. Nesta fase, não existiram diferenças estatisticamente significativas ao nível da dimensão dos bolbos, para ambos os parâmetros biométricos volume e diâmetro embora a comunidade seja significativamente diferente no mesmo período. Assim, a evolução da estrutura da comunidade de Artrópodes aparenta não depender exclusivamente da dimensão dos bolbos, podendo estar relacionada com o fator temporal.

O que acontece aos Artrópodes presentes nos bolbos após o desaparecimento de *S. polyschides* em Outubro é uma questão que poderia ser colocada. Alguns estudos têm vindo a ser realizados com ênfase na dispersão de invertebrados através de laminárias á deriva, após serem removidas do substrato. A dispersão de invertebrados com estratégias

reprodutivas que envolvem desenvolvimento direto depende do movimento dos indivíduos, podendo se tratar de movimento ativo através da locomoção, ou passivo através da associação a objetos móveis (Johannesson, 1998). Neste contexto, as laminárias tem o potencial de promover a dispersão de invertebrados enquanto se encontram à deriva após serem removidas do substrato. A maioria dos estudos sobre este fenómeno tem-se focado na espécie *Macrocystis pyrifera* (e.g. Edgar, 1987; Helmuth *et al.*, 1994; O'Hara, 1998; Hobday, 2000), visto ser considerada a espécie com maior potencial de dispersão no hemisfério Sul. Outras espécies foram alvo destes estudos como por exemplo *Durvillaea antarctica* (Smith, 2002). No seu conjunto, estes estudos verificaram que existe um grande potencial de dispersão de invertebrados associados a estas algas, ao longo de grandes distâncias biogeográficas.

Poder-se-ia especular acerca do papel de *S. polyschides*, na dispersão de Artrópodes após o término do seu estabelecimento anual. Os exemplares de *S. polyschides* encontrados na praia Areosa em 30 de Setembro, já não possuíam estipe nem fronde, pelo que flutuabilidade dos bolbos seria inexistente. Nesta fase, o potencial de dispersão de endofauna dos bolbos não será de uma amplitude geográfica muito alargada, quando comparado com a espécie *Macrocystis pyrifera* que possui uma flutuabilidade elevada. Não obstante, *S. polyschides* poderá ser um importante vetor de dispersão de Artrópodes, nas imediações dos locais onde se estabelece anualmente, após a sua remoção do substrato.

Capítulo V - Conclusões

No presente estudo, o estabelecimento anual da macroalga *Saccorhiza polyschides* em Viana do Castelo foi acompanhado desde de 16 de Abril a 13 de Outubro de 2011. A comunidade de Artrópodes presente nos bolbos foi analisada ao longo do tempo, tendo sido verificadas diferenças temporais na composição da comunidade. As diferenças observadas foram evidentes entre datas de amostragem consecutivas. Os dados demonstraram que esta evolução temporal ocorreu com uma determinada direção e sentido, coincidindo com o fator temporal associado. Estes dados formaram um resultado importante visto que estudos semelhantes têm-se focado, na sua maioria, em apenas uma data de amostragem.

Verificou-se que a similitude da comunidade aumentou com o avançar do tempo, acompanhando o aumento da dimensão dos bolbos. Constatou-se também que este aumento de similitude continuou a verificar-se mesmo numa fase em que a dimensão dos bolbos se manteve estável ao longo do tempo. Nesta fase, não foram encontradas diferenças significativas na dimensão dos bolbos, no entanto a comunidade continuou a apresentar variações significativas na sua estrutura. Estes resultados demonstraram que a comunidade não dependeu exclusivamente da dimensão do bolbo.

O número de espécies presente nos bolbos aumentou ao longo do tempo, não obstante, algumas espécies tiveram uma expressão mais representativa na comunidade. Estas, ocorreram ao longo de todo o estudo, e apresentaram valores de abundância bastante superiores às restantes, nomeadamente os casos dos anfípodes *Microdeutopus chelifer*, *Aora spinicornis* e *Elasmopus rapax*.

A abundância de indivíduos também aumentou com o decorrer do estudo, embora tenha apresentado um decréscimo acentuado do número de indivíduos por bolbo já próximo do final do ciclo de vida do esporófito. Uma parte importante dos elevados valores de abundância registados foram motivados pelo recrutamento de centenas de indivíduos no interior dos bolbos. Estes resultados confirmaram a função de maternidade que estas estruturas desempenham nos ecossistemas costeiros onde se encontram. Várias espécies de anfípodes foram observadas em fase de reprodução, assim como um número elevado de juvenis.

Capítulo VI - Referências

- Abelló, P., Carbonell, A., Torres, P., 2002. Biogeography of epibenthic crustaceans on the shelf and upper slope off the Iberian Peninsula 2002, Mediterranean coasts: implications for the establishment of natural management areas. *Scientia Marina*, 66(2), 183–198.
- Adl, S.M., Simpson, A.G.B., Farmer, M.A., Andersen, R.A., Anderson, O.R., Barta, J.R., Bowser, S.S., Brugerolle, G., Fensome, R.A., Fredericq, S., James, T.Y., Karpov, S., Kugrens, P., Krug, J., Lane, C.E., Lewis, L.A., Lodge, J., Lynn, D.H., Mann, D.G., McCourt, R.M., Mendoza, L., Moestrup, Ø., Mozley-Standridge, S.E., Nerad, T.A., Shearer, C.A., Smirnov, A.V., Spiegel, F.W. and Taylor, M.F.J.R., 2005. The new higher level classification of eukaryotes with emphasis on the taxonomy of protists. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 52, 399–451.
- Andersen, H.K., 2011. Gastropods Associated with *Laminaria hyperborean* and *Saccorhiza polyschides* in a Norwegian Kelp Forest: comparison of Sampling and In Situ Imaging Techniques. MSc thesis, Norwegian University of Science and Technology, Norway, 54 pp.
- Anderson, M. J., Gorley, R. N., Clarke, K. R., 2008. PERMANOVA+ for PRIMER: guide to software and statistical methods. University of Auckland and PRIMER-E, Plymouth, 214 pp.
- Anderson, M.J., Connell, S.D., Gillanders, B.M., Diebel, C.E., Blom, W.M., Saunders, J.E., Landers, T.J., 2005. Relationships between taxonomic resolution and special scales of multivariate variation. *Journal of Animal Ecology*, 74, 636–646.
- Araújo, R., Bárbara, I., Sousa-Pinto, I., Quintino, V., 2005. Spatial variability of intertidal rocky shore assemblages in the northwest coast of Portugal. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 64, 658–670.
- Ardre, F., 1971. Contribution a l'étude des algues marines du Portugal. II. Écologie et chorologie. *Bulletin du Centre d'Etudes et de Recherches Scientifiques*, 8(3), 359–574.
- Assis, J., Tavares, D., Tavares, J., Cunha, A., Alberto, F., Serrão, E. A., 2009. Findkelp, a GIS-Based Community Participation Project to Assess Portuguese Kelp Conservation Status. *Journal of Coastal Research*, SI 56, 1469-1473.

Bartsch, I., Wiencke, C., Bischof, K., Buchholz, C.M., Buck, B.H., Eggert, A., Feuerpfeil, P., Hanelt, D., Jacobsen, S., Karez, R., Karsten, U., Molis, M., Roleda, M.Y., Schubert, H., Schumann, R., Valentin, K., Weinberger, F., Wiese, J., 2008. The genus *Laminaria sensu lato*: recent insights and developments. *European Journal of Phycology*, 43(1), 1-86.

Clarke, K.R., Gorley, R.N., 2006. PRIMER v.6: User Manual/Tutorial PRIMER-E. Plymouth, England, 190 pp.

Schumann, R., Valentin, K., Weinberger, F., Wiese, J., 2008. The genus *Laminaria sensu lato*: recent insights and developments. *European Journal of Phycology*, 43(1), 1–86.

Begin, C., Johnson, L.D., Himmelman, J.H., 2004. Macroalgal canopies: distribution and diversity of associated invertebrates and effects on the recruitment and growth of mussels. *Marine Ecology Progress Series*, 271, 121–132.

Birkett, D.A., Maggs, C.A., Dring, M.J., Boaden, P.J.S., Seed, R., 1998. Infralittoral reef biotopes with kelp species. An overview of dynamic and sensitivity characteristics for conservation management of marine SAC's. Scottish Association of Marine Sciences, Report of the UK Marine SAC's Project, Vol. II, 174 pp.

Boaventura, D., Ré, P., Fonseca, L.C., Hawkins, S.J., 2002. Intertidal Rocky Shore Communities of the Continental Portuguese Coast: Analysis of Distribution Patterns. *Marine Ecology*, 23(1), 69–90.

Cheng, L., 1976. *Marine Insects*. North-Holland Publishing Company, Amsterdam-Oxford and American Elsevier, New York, USA, 581 pp.

Christie, H., Jørgensen, N.M., Norderhaug, K.M., Waage-Nielsen, E., 2003. Species distribution and habitat exploitation of fauna associated with kelp (*Laminaria hyperborea*) along the Norwegian Coast. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 83, 687–699.

Ebling, F.J., Kitching, J.A., Purchon, R.D., Bassindale, R., 1948. The ecology of the Lough Ine Rapids with special reference to water currents. *Journal of Animal Ecology*, 17(2), 223–244.

- Edgar, G.J., 1987. Dispersal and floral propagules associated with drifting *Macrocystis pyrifera* plants. *Marine Biology*, 95, 599–610.
- Fernández, C., 2011. The retreat of large brown seaweeds on the north coast of Spain. The case of *Saccorhiza polyschides*. *European Journal of Phycology*, 46(4), 352–360.
- Gurriatán, E.G., Méndez, M.G., 1985. Crustáceos Decápodos das Costas de Galicia. I Brachyura. Cuadernos da Área de Ciencias Biolóxicas. Seminario de Estudos Galegos, 242pp.
- Hayward, P.J., Ryland, J.S., 1995. Handbook of the Marine Fauna of North-West Europe. Oxford University Press, Oxford, UK, 800pp.
- Helmuth, B., Veit, R., R., Holberton, R., 1994. Long-distance dispersal of a subantarctic brooding bivalve (*Gaimardia trapesina*) by kelp rafting. *Marine Biology*, 120, 421–426.
- Hobday, A.J., 2000. Abundance and dispersal of drifting kelp *Macrocystis pyrifera* rafts in the Southern California Bight. *Marine Ecological Progress Series*, 195, 101–116.
- Holdich, D.M., Jones, J.A., 1983. Tanaids. Synopses of the British Fauna 27. The Linnean Society of London and The Estuarine and Brackish-Water Sciences Association, Bath, UK, 98 pp.
- Holthuis, L.B., Fransen, C.H.J.M., 1993. Coastal Shrimps and Prawns. Synopses of the British Fauna 15. The Linnean Society of London and The Estuarine and Brackish-Water Sciences Association, Bath, UK, 142pp.
- Ingle, R.W., 1983. Shallow-Water Crabs-keys and notes for the identification of species. Synopsis of the British Fauna 25. The Linnean Society of London and The Estuarine and Brackish-Water Sciences Association, Bath, UK, 206pp.
- Ingle, R.W., Christiansen, M.E., 2004. Lobsters, Mud Shrimps and Anomuran Crabs. Synopses of the British Fauna 55. The Linnean Society of London and The Estuarine and Brackish-Water Sciences Association, Bath, UK, 271pp.

Izquierdo, D., Guerra-García, J.M., 2010. Distribution patterns of the peracarid crustaceans associated with the alga *Corallina elongata* along the intertidal rocky shores of the Iberian Peninsula. *Helgoland Marine Research*, 65(2), 233–243.

Johannesson, K. 1998. The paradox of Rockall: why is a brooding gastropod (*Littorina saxatilis*) more widespread than one having a planktonic larval dispersal stage (*L. littorea*)?. *Marine Biology*, 99, 507–513.

Jones, N.S., 1976. British Cumaceans. Arthropoda: Crustacea. Keys and Notes for the Identification of Species. Synopses of the British Fauna 7. The Linnean Society of London and The Estuarine and Brackish-Water Sciences Association, Bath, UK, 63pp.

Jørgensen, N.M., Christie, H., 2003. Diurnal, horizontal and vertical dispersal of kelp associated fauna. *Hydrobiologia*, 503, 69–76.

King, P.E., 1974. British Sea Spiders. Synopses of the British Fauna 5. The Linnean Society of London and The Estuarine and Brackish-Water Sciences Association, Bath, UK, 68pp.

Levinton, J.S., 2009. *Marine Biology: Function, Biodiversity, Ecology* 3rd edition. Oxford University Press, New York, USA, 640 pp.

Lewis, J.R., 1964. *The Ecology of Rocky Shores*. English Universities Press Ltd, London, UK, 300pp.

Lincoln, R.J., 1979. British Marine Amphipoda: Gammaridea. British Museum (Natural History), London, UK, 658pp.

Marques, J.C., Bellan-Santini, D., 1993. Biodiversity in the ecosystem of the Portuguese continental shelf: distributional ecology and the role of benthic amphipods. *Marine Biology*, 115, 555–564.

McKenzie, J.D., Moore P.G., 1981. The microdistribution of animals associated with the bulbous holdfasts of *Saccorhiza polyschides* (Phaeophyta). *Ophelia*, 20, 201–213.

Myers, A., 1969. A revision of the amphipod genus *Microdeutopus* Costa (Gammaridae: Aoridae). *Bulletin of The British Museum (Natural History) Zoology*, 17, 91–148.

- Naylor, E., 1972. British Marine Isopods. A synopsis of the British Fauna 3. The Linnean Society of London and The Estuarine and Brackish-Water Sciences Association, Bath, UK, 86pp.
- Norderhaug, K.M., Christie, H., Rinde, E., 2002. Colonization of kelp imitations by epiphyte and holdfast fauna; a study of mobility patterns. *Marine Biology*, 141, 956–873.
- Norton, T.A., 1971. An Ecological Study of the Fauna Inhabiting the Sublittoral Marine Alga *Saccorhiza polyschides* (Lightf.) Batt. *Hydrobiologia*, 37(2), 215–231.
- Norton, T.A., Burrows E.M., 1969. Studies on marine algae of the British Isles. 7. *Saccorhiza polyschides* (Lightf.) Batt. *British Phycological Journal*, 4(1), 19–53.
- O’Hara, T., 1998. Origin of Macquarie Island echinoderms. *Polar Biology*, 20, 143–151.
- Ojeda, F.P., Santelices, B., 1984. Invertebrate communities in holdfasts of the kelp *Macrocystis pyrifera* from southern Chile. *Marine Ecological Progress Series*, 16, 65–73.
- Pereira, S.C.G., 2004. Diversidade e Biogeografia de Isópodes Intertidais de Substrato Rochoso na Costa Continental Portuguesa. MSc thesis, Universidade do Porto, Portugal, 96pp.
- Raffaelli, D., Hawkins, S., 1996. Intertidal Ecology. Chapman and Hall, London, UK, 356 pp.
- Ríos, C., Arnzt, W.E., Gerdes, D., Mutschke, E., Montiel, A., 2007. Spacial and temporal variability of the benthic assemblages associated to the holdfasts of the kelp *Macrocystis pyrifera* in the Straits of Magellan, Chile. *Polar Biology*, 31, 89–100.
- Ruffo, S., 1982. The Amphipoda of the Mediterranean. *Memoires de l’Institut Océanographique*, Monaco, France, 956pp.
- Schiel, D.R., Foster, M.S., 1986. The structure of subtidal algal stands in temperate waters. *Oceanography and Marine Biology Annual Review*, 24, 265–307.

- Smith, S.D.A., Simpson, R.D., Cairns, S.C., 1996. The macrofaunal community of *Ecklonia radiata* holdfasts: description of the faunal assemblage and variation associated with differences in holdfast volume. *Australian Journal of Ecology*, 21, 81–95.
- Smith, S.D.A., 2002. Kelp rafts in the Southern Ocean. *Global Ecology and Biogeography*, 11, 67–69.
- Southward, A.J., Crisp, D.J., 1963. Les Cirripèdes des Mers Européennes. Catalogue des principales salissures marines (rencontrées sur les coques de navires dans les eaux européennes). Organisation de Coopération et de Développement Economiques, Paris, France, 46 pp.
- Stephensen, T.A., Stephensen, A., 1949. The universal features of zonation between tidemarks on rocky coasts. *Journal of Ecology*, 38, 289–305.
- Tattersall, W.M., Tattersall, O.S., 1951. The British Mysidacea. Ray Society, London, UK, 460 pp.
- Thiel, M., 1999. Extended parental care in marine amphipods, II Maternal protection of juveniles from predation. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 234, 235–253.
- Thiel, M., Vásquez, J.A., 2000. Are kelp islands on the Ocean floor? Indication for temporary closed aggregations of peracarid crustaceans. *Hydrobiologia*, 440, 45–54.
- Thompson, R.C., Crowe, T.P., Hawkins, S.P., 2002. Rocky intertidal communities: past environmental changes, present status and predictions for the next 25 years. *Environmental Conservation*, 29, 168–191.
- Tuya, F., Larsen, K., Platt, V., 2011. Patterns of abundance and assemblage structure of epifauna inhabiting two morphologically different kelp holdfasts. *Hydrobiologia*, 658, 373–382.

Wernberg, T., Thomsen, M.S., Staehr, P.A., Pedersen, M.F., 2004. Epibiota communities of the introduced and indigenous macroalgal relatives *Sargassum muticum* and *Halidrys siliquosa* in Limfjorden (Denmark). *Helgoland Marine Research*, 58(3), 154–161.

Webgrafia

www.algaebase.org, 11.09.12

www.seaweed.ie, 07.06.12

www.googleearth.com, 12.09.12

